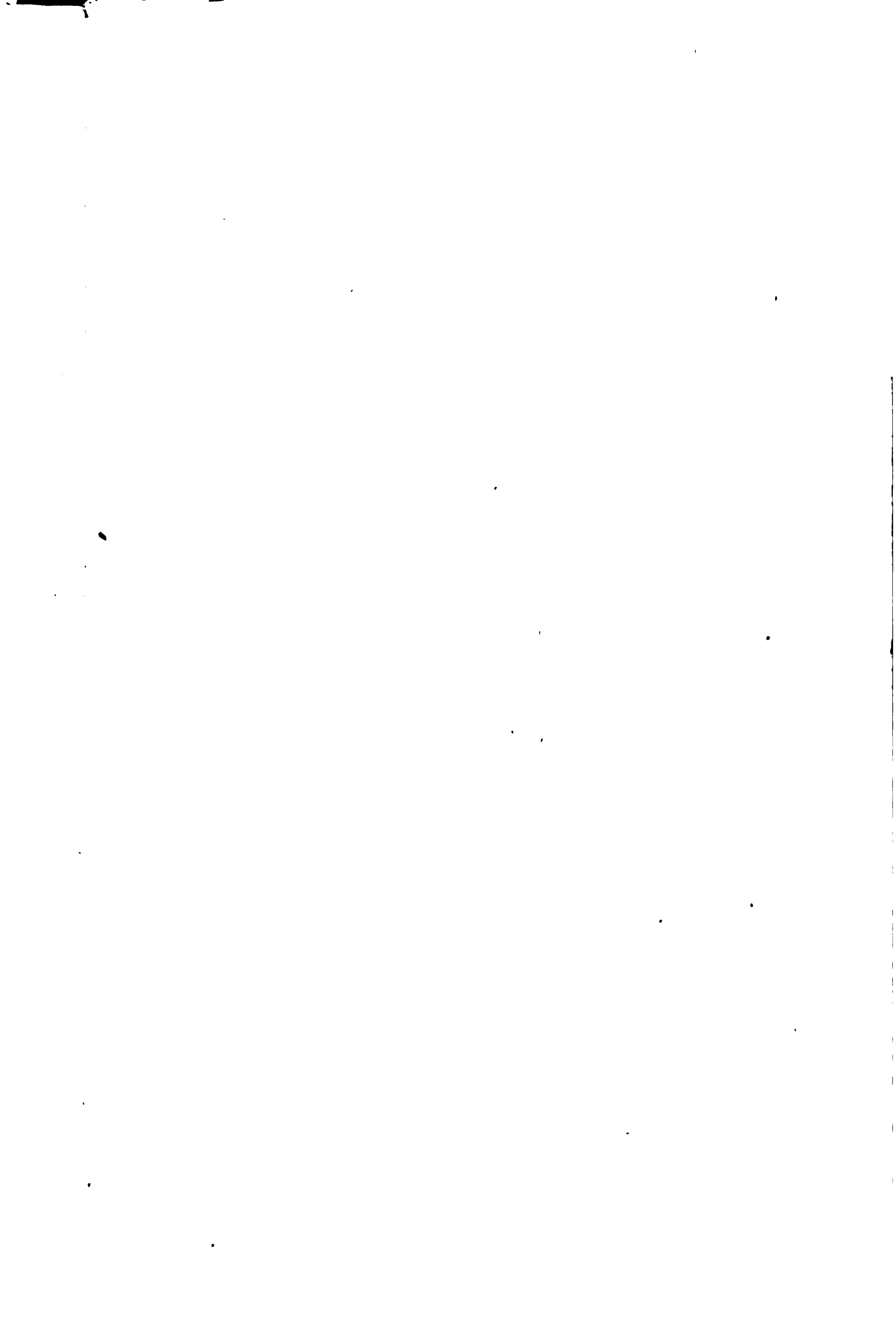






ZEITSCHRIFT

FÜR

BIOLOGIE

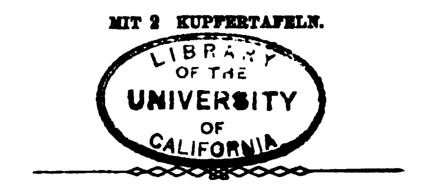
VON

L. BUHL, M. v. PETTENKOFER, L. RADLKOFER, C. VOIT,

PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

V. BAND.

MIT 2 KUPFERTAFELN.



MÜNCHEN, 1869.

VERLAG VON R. OLDENBOURG.

INHALT.

Seite





Ueber das Athmen unter erhöhtem Luftdruck.

Von

Dr. G. von Liebig
in Reichenhall.

Durch die Errichtung des pneumatischen Apparates der Gebrüder Mack in Reichenhall wurde mir Gelegenheit, Beobachtungen und Versuche über das Athmen unter erhöhtem Luftdruck zu machen.

R. v. Vivenot[1]) und G. Lange haben die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure unter erhöhtem Luftdruck etwas grösser gefunden, als unter gewöhnlichem, und dieser Befund wurde durch die mir erst in den letzten Wochen bekannt gewordene Arbeit Panum's[2]) bestätigt.

Meine Versuche, welche von Anfang an die Bestimmung der CO_2 zum Zwecke hatten, wurden im Januar 1867 begonnen, dann im Anfang 1868 fortgesetzt und im Herbst 1868 beendigt. Ich befolgte dabei die von Lossen[3]) in seiner Arbeit über den Einfluss der Athembewegungen auf die Abscheidung der CO_2 unter Voit's Leitung eingeschlagene Methode und bediente mich des-

1) Ueber die Geschichte der unter erhöhtem Luftdruck gemachten Beobachtungen und über die von einzelnen Forschern angestellten Versuche bietet das ausgezeichnete Werk von R. v. Vivenot „zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen und der therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft". Erlangen 1868, bei Enke, vollständige Auskunft.

2) Archiv für die gesammte Physiologie von Dr. E. F. W. Pflüger, I. Jahrg. 2. u. 3. Heft 1868.

3) Zeitschrift für Biologie, II. Bd. 2. Heft, 1866.

selben Apparates, dessen Beschreibung und Abbildung in jenem Aufsatze bereits ausführlich gegeben ist.

Der Gang des Versuches, bei welchem immer zwei bis drei Personen beschäftigt sind, ist folgender: Es wird 15 Minuten lang durch eine Flasche von bekanntem Inhalt geathmet, welche man am Ende des Versuches abschliessen kann, um die darin vorhandene Athemluft zu untersuchen. Die Menge der während des Versuches ausgeathmeten Luft wird vermittelst einer Gasuhr gemessen. Gleichzeitig wird in eine andere Flasche von der Luft des Versuchsraumes gebracht und ebenfalls untersucht, um deren Gehalt an CO_2 von dem der ausgeathmeten Luft abziehen zu können. Man kann dies unter der Voraussetzung, dass nach Abzug des Wasserdampfes das Volum der eingeathmeten Luft genau oder nahezu dasselbe ist, wie das der ausgeathmeten.

Die Kohlensäure wird ermittelt nach der Pettenkofer'schen Methode durch Schütteln des Inhalts der Flaschen mit Barytwasser und nachheriger Bestimmung des durch die CO_2 nicht gefällten Baryts vermittelst Oxalsäure.

Der während der Versuche Athmende, welcher bequem vor einem Tische sitzt, verschliesst die Nase mit einer Klemme und athmet durch ein Mundstück, welches zwischen Lippen und Kiefer eingefügt ist und der Luft keine Nebenwege gestattet. Dieses Mundstück hat eine kurze Röhre, die sich theilt und zwei Gummischläuchen zum Ansatz dient; jeder Gummischlauch ist mit einem Wasserventile in Verbindung gesetzt, von denen das eine die Luft einzuziehen gestattet, dagegen der austretenden Luft den Wasserverschluss entgegensetzt, das andere lässt den Austritt der Luft zu, hindert aber den Rücktritt beim Einathmen. Aus dem letzteren gelangt die Luft in eine etwas über 2 Liter haltende zweihalsige cylindrische Flasche, indem sie durch ein Glasrohr bis nahe an den Boden dieser Flasche geleitet wird; durch den zweiten Hals tritt sie an der Decke der Flasche wieder aus. Die beiden Oeffnungen der Flasche können durch Messinghähne luftdicht verschlossen werden. Aus der Flasche tritt die Luft in eine geaichte Gasuhr, deren Zeiger das Volum der ausgeathmeten Luft angiebt. Eigens angebrachte Thermometer bestimmen die Temperatur in der Flasche

und die der austretenden Luft in der Gasuhr. Ein August'sches Hygrometer giebt die Temperatur und Feuchtigkeit der Luft in dem Versuchsraume. Die Gasuhr muss sehr genau gearbeitet sein, die hier gebrauchte ist von Siry und Lizars in Leipzig und zeigt $^1/_{60}$ Liter als kleinste Menge. Die übrigen Theile und der Aichapparat für die Gasuhr — ein Aspirator von 44 Liter Inhalt — wurden nach Angabe des Herrn Prof. Voit in München gearbeitet und in dessen physiologischem Institut geprüft. Seiner Güte verdanke ich auch das bei den Bestimmungen der CO_2 mit Oxalsäure verwandte Curcumapapier, welches mit besonderer Sorgfalt bereitet sein muss.

Der Athmende las immer in einem Buche, um seine Aufmerksamkeit von sich selbst und dem Versuche abzulenken.

Es wurde an jedem Versuchstage Morgens zwischen 10 und 12 Uhr dreimal hintereinander, jedesmal 15 Minuten, nach Angabe einer Sekundenuhr, durch den Apparat geathmet. Dabei wurden drei verschiedene wohlgetrocknete Flaschen verwandt. Zu Anfang des Versuches und dann alle 5 Minuten wurden alle Thermometer beobachtet, welche $^1/_{10}{}^0$ C. abzulesen gestatteten und genau mit einem Normalthermometer verglichen waren. Bei den Versuchen innerhalb der Kammer des pneumatischen Apparates wurden zu denselben Zeiten der Ueberdruck an einem Quecksilbermanometer abgelesen. Vor Beginn und am Ende des Versuches wurde das Barometer beobachtet. Zur Bestimmung der Kohlensäure in der Luft des Versuchsraumes wurde jedesmal in der Zeit zwischen der 1. und 5. Minute des Athmens mit einem Blasbalge Luft durch eine etwa 6 Liter haltende, auf dem Fussboden stehende Flasche gepumpt, welche durch ein 6 Fuss langes, weites Gummirohr eingesogen wurde, das dicht neben dem Einathmungsventil mündete, und also von derselben Luft aufnahm, welche geathmet wurde. Ohne diese Vorsicht läuft man Gefahr, mit dem Blasbalge von der Luft einzusaugen, welche der denselben Handhabende aushaucht. Der Blasbalg, welcher im Stehen gehandhabt wird, hat an der Spitze ein anderes festes Gummirohr, welches bis auf den Boden der Flasche reicht.

Es ist durchaus nöthig, eine Bestimmung der CO_2 der Luft

des Versuchsraumes bei jeder Athmung vorzunehmen. In jedem Zimmer ändert sich der Kohlensäuregehalt beim Anfange und Aufhören der Heizung und durch die längere Anwesenheit von mehreren Personen, und in der Kammer des pneumatischen Apparates, welche einen sehr kleinen Raum darbietet, noch viel leichter. Bei unseren Versuchen stieg darin der CO_2 Gehalt der Luft bei einer hinreichenden, jedoch nicht ganz vollkommenen Ventilation während zwei Stunden des Aufenthaltes um 0.05 $^0/_0$. Die weiter unten gegebenen Resultate der CO_2 Bestimmungen werden zeigen, dass im Zimmer sowohl, als in der pneumatischen Kammer der CO_2 Gehalt der Luft auch an verschiedenen Tagen wechselte.

Zwischen der 5.—10. Minute des Athmens wurden 3 Minuten lang die Athemzüge gezählt.

Am Ende der 15. Minute wurde die Flasche abgeschlossen und dann 120 CC. eines stärkeren Barytwassers, von welchem 30 CC. die Menge von 88.7 CC. der Oxalsäurelösung neutralisirten, durch den einen Hals der Flasche aus einer dicht aufsitzenden Pipette hinabgelassen, während gleichzeitig aus dem andern Halse vermittelst eines Häkchens das vorher noch einmal abgelesene Thermometer entfernt wurde. Das Eindringen der äusseren Luft wurde mehr oder weniger vollkommen dadurch verhütet, dass die durch das Barytwasser verdrängte Luft während der Zeit des Herausnehmens aus derselben Oeffnung mit dem Thermometer herausgedrängt wurde. Der Umstand, dass der Thermometer durch den offenen Flaschenhals herausgenommen wird, ist zur Hervorbringung eines kleinen Fehlers geeignet, der aber dann bei allen Versuchen nach derselben Richtung stattfinden muss.

Zur Bestimmung der CO_2 in der Luft des Versuchsraumes waren vorher schon zwischen der 10. und 15. Minute des Athmens 75 CC. eines schwächeren Barytwassers — 30 CC. entsprachen 38.4 CC. der Oxalsäurelösung — in die Flasche eingebracht worden, nachdem mit einem seit 5—6 Minuten darin hängenden, sehr empfindlichen Thermometer deren Temperatur genommen war.

Die Flaschen wurden dann mit dem Barytwasser 5 Minuten lang unaufhörlich geschüttelt — 36 mal in der Minute — worauf die Titrirung mit Oxalsäure vorgenommen wurde.

Die Zeit von 5 Minuten für das Schütteln wurde auf Grund eigens angestellter Versuche gewählt, als hinreichend zur Bindung aller CO_2. Die Versuche waren folgende:

Es wurde eine 3—4 Liter haltige Wasserflasche unter Wasser mit Athemluft gefüllt, dann eine genügende Menge einer Barytlösung von bekannter Stärke eingebracht und die Flasche mit einem doppelt durchbohrten Gummipfropf fest verschlossen. Durch den Gummipfropf waren zwei Glasröhren eingesenkt, die eine endigte etwa 2 Zoll unterhalb des Pfropfes, die andere ging bis auf den Boden der Flasche. Die erstere verschliessbare diente dazu, beim Herausnehmen von Proben die Luft einzulassen, weshalb dann jedesmal eine Kugel voll Bimstein, mit Kalilösung getränkt, damit verbunden wurde. Die Zweite bog sich ausserhalb der Flasche zweimal im Winkel und endigte mit einem verschliessbaren Ansatz von Gummirohr, in welchen eine Pipette eingesetzt werden konnte.

Die Flasche wurde nun fortwährend geschüttelt und jedesmal nach Ablauf von einer bis mehreren Minuten 30 CC. der Flüssigkeit herausgenommen, welche in einem verschlossenen kleinen Becherglas bei Seite gesetzt wurde. Am Ende des Schüttelns wurden die Proben titrirt.

I. Versuche mit stärkerem Barytwasser,

von dem 30 CC. die Menge von 54.8 CC. der Oxalsäurelösung zur Sättigung brauchten.

Nach dem Schütteln von einer bis mehreren Minuten wurden folgende Mengen der Oxalsäurelösung zur Sättigung erfordert:

Nach der	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.
1. Minute			27.8	29.0				
2. „			23.0	25.0				
3. „			19.2	19.2	16.8	4.0	7.0	
4. „	10.2	20.4	19.0	18.2	16.4	2.8	6.0	15.8
5. „			19.0	18.2	16.4	2.6	6.0	15.8
6. „								
7. „								
8. „	10.2	20.6						

II. Versuche mit schwächerem Barytwasser,

bei geringerem Kohlensäuregehalt der Luft in einer grösseren Flasche. 30 CC. des Barytwassers brauchten 31.4 CC. der Oxalsäurelösung.

Es wurden erfordert:

Nach der	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.	CC.
1. Minute	13.0						
2. "	8.0						
3. "	4.2	4.6					
4. "	3.2	3.4	10.6	8.6	5.0	12.4	13.2
5. "	—	3.4	10.8	8.4	5.0	12.4	13.2
6. "	3.0						

Es ergiebt sich, dass nach 4 Minuten schon keine Aenderung des Titré mehr eintrat. Es kommt dreimal vor, dass nach der 4. Minute noch eine Verminderung um 0.2 CC. beobachtet wurde, da aber zweimal eine ebenso grosse Vermehrung gefunden wird, so muss man die Differenz von 0.2 CC. als innerhalb der Fehlergrenze meiner Bestimmung liegend, betrachten. Um ganz sicher zu gehen, wurde bei den Athemversuchen jedesmal 5 Minuten lang geschüttelt.

Die Oxalsäurelösung wurde an jedem Versuchstage frisch bereitet. Auf 1 Liter destillirtes Wasser wurden 2.8636 Grmm. Oxalsäure genommen, so dass 1 CC. der Lösung genau 1 Mgm. CO_2 entsprach. Eine Anzahl solcher Portionen wurde in München abgewogen und in Glasröhrchen luftdicht verschlossen bis zum Gebrauche aufbewahrt. Für einige derselben war die Oxalsäure nicht in Form von ganzen Krystallen abgewogen worden, sondern gepulvert, und hatten etwas Wasser verloren. Für diese war eine Correction nöthig, welche nach einer Normallösung von Barythydrat bemessen wurde. 10 CC. dieser Lösung erforderten 55.2 CC. der normalen Oxalsäurelösung zur Neutralisation. Von der am meisten abweichenden unter den Oxalsäurelösungen wurden 54.4 CC. gebraucht, anstatt 55.2 CC.[1])

1) v. Vivenot, l. c. S. 287, erhebt einen Zweifel an der Brauchbarkeit der Oxalsäure für die Titrirung des Barytwassers, wegen ihres „schwankenden

Die nach dem Schütteln zur Titrirung genommenen Proben betrugen immer 30 CC. Zuerst wurde jedesmal mit einer kleinen Menge von 10 CC eine Vorprobe gemacht. Durch die ungleiche Mischung der Flüssigkeit mit dem niedergeschlagenen kohlensauren Baryt kamen trotz vorherigen Umrührens häufig kleine Differenzen vor, und in einem solchen Falle wurden deshalb immer drei Bestimmungen gemacht, von denen das Mittel genommen wurde.

Aus dem angegebenen Gange des Versuches geht hervor, dass für jede Temperaturbeobachtung 4 Aufzeichnungen gemacht wurden, deren Mittel für die Berechnung des Volums der Ausathmungsluft und die Bestimmung der Feuchtigkeit dienten. Für die Berechnung des Volums der Athemluft in der Flasche wurde die schon erwähnte fünfte Beobachtung, unmittelbar vor dem Einbringen des Barytwassers, genommen.

Die Athmungsluft in der Flasche und in der Gasuhr wurde bei den beobachteten Temperaturen als mit Feuchtigkeit gesättigt angenommen. Dasselbe geschah für die Berechnung des Volums der Flasche, welche die Luft des Versuchsraumes enthielt, wodurch hier ein wegen seiner Kleinheit zu vernachlässigender Fehler entsteht.

Zur Bestimmung der Temperatur und Feuchtigkeit des Versuchsraumes diente ein August'sches Hygrometer, dessen Angaben unter höherem Druck ebenso zuverlässig sind, wie unter gewöhnlichem, wie aus der folgenden Vergleichung mit den Angaben eines Regnault'schen Condensations-Hygrometers hervorgeht.

Die Beobachtungen zu diesem Zwecke wurden bei einem constanten Drucke von 1127.7 Millimeter Quecksilber (auf 0^0 reducirt) in der Kammer des pneumatischen Apparates unter Assistenz des Herrn Jos. Mack Morgens zwischen 10 und 12 Uhr gemacht. Die aus der gleichzeitigen Beobachtung der beiden Instrumente für den Dunstdruck abgeleiteten Werthe sind hier nebeneinander gestellt.

Neutralisationspunktes". Wenn v. Vivenot den hier eingetretenen Fall darunter versteht, so kann diesem Mangel durch Bestimmung des Titres der Oxalsäurelösung vermittelst einer Barytlösung von bekannter Stärke abgeholfen werden, wie hier geschah. Wenn man in der Lage ist, immer ganze Krystalle nehmen zu können, ist das nicht nöthig.

In der folgenden Tabelle steht B für den auftretenden „Beschlag“, V für „verschwunden“. Zwischen der 3. und 4. Beobachtung wurde das August'sche Hygrometer, welches zuerst etwas erhöht über dem Regnault'schen stand, hinweggenommen und etwas tiefer gestellt. Die Thermometerangaben sind auf das Normalthermometer corrigirt. Der Dunstdruck wurde aus der Regnault'schen Tabelle genommen.

Versuchs-Nummer.	Regnault's Hygrometer			August's Hygrometer				Differenz
	Temp. °C.	Dunst-Druck Mm.	Mittel aus beid. Beob. Mm.	Trockn. Therm. °C.	Feucht. Therm. °C.	Dunst-Druck Mm.	Mittel aus beid. Beob. Mm.	A—R Mm.
1.	B bei 8.80 V „ 9.20	8.46 8.69	8.57	14.2	12.1	8.63	8.63	+ 0.06
2.	B „ 9.00 V „ 9.70	8.57 8.98	8.78	14.2 14.4	12.2 12.4	8.78 8.93	8.85	+ 0.07
3.	B „ 9.70 V „ 9.80	8.98 9.04	9.01	14.4	12.4	8.93	8.93	— 0.08
4.	B „ 9.70 V „ 9.90	8.98 9.10	9.04	14.3 14.0	12.4 12.3	9.02 9.13	9.07	+ 0.03
5.	B „ 9.80 V „ 9.90	9.04 9.10	9.07	13.8 13.6	12.2 12.1	9.15 9.08	9.11	+ 0.04
6.	B „ 9.80 V „ 9.90	9.04 9.10	9.07	13.5 13.5	12.2 12.2	9.42 9.42	9.42	+ 0.35
7.	B „ 10.10 V „ 10.20	9.23 9.29	9.26	13.4 13.5	12.1 12.1	9.35 9.26	9.30	+ 0.04
8.	B „ 10.10 V „ 10.15	9.23 9.26	9.24	13.5 13.5	12.2 12.1	9.42 9.26	9.34	+ 0.10

Mit Ausnahme der Unregelmässigkeit in dem Dunstdruck des August'schen Hygrometers in der 6. Beobachtung, welcher durch den langsameren Gang dieses Instrumentes veranlasst wurde, zeigen die Resultate eine hinreichende Uebereinstimmung.

Ehe ich zur Bestimmung der CO_2 übergehe, will ich einige Beobachtungen über die Veränderung in der Zahl der Athemzüge durch den höheren Luftdruck und über das Volum der beim Athmen gewechselten Luft geben.

Aus den Arbeiten von R. v. Vivenot, J. Lange[1]) und an-

1) Ueber comprimirte Luft, ihre physiologischen Wirkungen und ihre therapeutische Bedeutung von Dr. J. Lange. Göttingen 1864.

deren ist es bekannt, dass das Athmen unter erhöhtem Luftdruck sehr leicht vor sich geht und dass die Zahl der Athemzüge eine geringere ist, als unter gewöhnlichem Druck, wobei ihr Volum grösser wird; ferner dass der Aufenthalt in erhöhtem Luftdruck insofern eine Nachwirkung hat, als die Zahl der Athemzüge noch längere Zeit nachher auch unter gewöhnlichem Druck geringer bleibt.

Meine ersten Versuche wurden mit Hülfe des Herrn Jos. Mack angestellt, der dabei athmete. Derselbe ist 30 Jahre alt, 1.63 Meter gross und wog damals 63.5 Kgrm. Seine Athemgrösse betrug 3.25 Liter. Bei den Versuchen war es nöthig, seine Aufmerksamkeit von dem Akte des Athemholens vollkommen abzuziehen, und er beschäftigte sich deshalb mit Lektüre, ohne sich um die Verrichtungen des Beobachtenden zu kümmern.

Am 21.—28 Februar 1867 wurden die ersten Versuche zur Kohlensäurebestimmung unter gewöhnlichem Druck gemacht, und damals betrug die Zahl seiner Athemzüge 27—30 in 3 Minuten. Darauf folgten vom 1.—6. März vier Versuche unter hohem Druck, wobei eine bestimmte Zahl von Athemzügen eingehalten werden sollte. Es wurde immer die erste Athmung ausserhalb, die beiden folgenden innerhalb der Kammer des pneumatischen Apparates gemacht. Herr Mack hatte also 4 Sitzungen von der durchschnittlichen Dauer von 1½ Stunden unter höherem Druck genommen. Diese Methode wurde wieder aufgegeben, weil die Resultate wegen der gezwungenen Unnatürlichkeit des Athmens nicht brauchbar erschienen. Hr. Mack konnte unter höherem Druck nicht anhaltend 8 Athemzüge in der Minute ausführen, während er ausserhalb, sich selbst überlassen, 9—10 gemacht hatte; 6 Athemzüge machte er dagegen leicht in der Kammer. Der Grund war die länger dauernde Exspiration unter höherem Druck. Eine ähnliche Beobachtung finde ich in Panum's Arbeit[1]. — Es wurde nun die Zahl der Athemzüge dem Bedürfniss überlassen und von dem Beobachter, wie schon angegeben, zwischen der 5. und 10. Minute des Athmens

---

1) l. c. Ste. 153. Auch in v. Vivenot's Werk.

drei Minuten lang gezählt. Da dreimal hinter einander geathmet wurde, umfassen die Zahlen jedes Tages 9 Minuten.

Tabelle A.

Der Quecksilberdruck ist auf 0° reducirt. Bruchtheile von Athemzügen unter 0.5 wurden vernachlässigt.

Unter gewöhnlichem Druck			Unter erhöhtem Druck	
Datum. 1867.	Druck Mm.	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Druck Mm.	Zahl der Athemzüge in 9 Min.
21. bis	720 bis	80 bis		
28. Februar	730	90		
1. bis	In diese Zeit fallen 4 Sitzungen unter erhöhtem Druck von		1013 bis	—
8. März			1036	—
9. März			1033	53
10. März	709	68		
11. März	712	63		
	Zwischen den 11. und 18. März fallen 2 Sitzungen unter Druck wobei eine andere Person athmete.		1035	—
			1136	—
18. März	712	54		
19. März	707	58		
20. März			1032	56
21. März			1256	53
22. März	722	55 [1])	1263	47

Man beobachtet eine Abnahme in der Zahl der Athemzüge unter höherem Druck und man sieht, dass bei fortgesetztem Gebrauche des pneumatischen Apparates auch unter normalem Druck die Zahl der Athemzüge allmälig geringer wurde.

Im Jahre 1868 wurden die Versuche im Januar wieder aufgenommen und die Zählungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

1) Nur eine Athmung, welche nach den Athmungen in der Kammer gemacht wurde. Die in 3 Minuten gefundene Zahl war 18.5, also auf 9 Minuten berechnet, in runder Zahl 55 Athemzüge.

Tabelle B.

Unter gewöhnlichem Druck			Unter erhöhtem Druck	
Datum. 1868.	Druck Mm.	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Druck Mm.	Zahl der Athemzüge in 9 Min.
20. Januar	701	49		
22. „	722	49		
23. „			1108	38
24. „			1120	42
27. „	721	48		
28. „	728	46		
29. „			1121	39
30. „			1229	39
17. Februar	733	42		
18. „	728	46		
19. „			1122	43
21. „			1125	41
22. „			1219	40
24. „			1229	41
24. „	730	44		
27. „	726	40		

Die Zahl der Athemzüge war hier schon anfangs viel geringer als im Vorjahre, was zum Theil dem Einfluss der früheren Sitzungen zugeschrieben werden muss, wie aus v. Vivenot's Arbeiten hervorgeht. Ihre Zahl nahm hier unter der Wirkung des höheren Druckes abermals ab, bis schliesslich vom 17. Februar an nur ein sehr unbedeutender Unterschied zwischen der Zahl der Athemzüge innerhalb und ausserhalb der Kammer bemerkt wird, wobei aber im Durchschnitt ausserhalb immer noch um ein geringes häufiger geathmet wird, als unter erhöhtem Druck.

Die letzten 8 Versuche vom 17. bis 27. Februar wurden mit derselben Füllung der genau geaichten Gasuhr gemacht, und sie können dazu dienen, die Mengen der im niederen und höheren Druck ausgeathmeten Luft untereinander zu vergleichen. Herr Mack hatte vom 31. Januar bis 5. Februar einen fieberhaften Catarrh überstanden, war aber jetzt wieder vollkommen wohl und nahm vom 17. — 27. Februar um 3 Pfund bayr. an Gewicht zu.

In der folgenden Tabelle giebt die erste Columne den Baro-

meterstand auf 0° reducirt, die zweite das Volum der in 15 Min. ausgeathmeten Luft, wie es mit der Gasuhr gemessen wurde, feucht, in Litern, die dritte die Temperatur der aus der Gasuhr entweichenden Luft, die vierte das Volum dieser Luft, trocken, bei dem bestehenden Barometerstand auf 0° reducirt und die fünfte das Volum bei 0° und 760 Mm. Druck, trocken. Die Nummern bezeichnen die Reihenfolge der Versuche.

Tabelle C.

	Unter gewöhnlichem Druck							Unter erhöhtem Druck					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Barom. Mm.	Vol. feucht. Liter	Temperat. der Gasuhr ° C.	Vol. 0° C. trocken.	Vol. 0° C. 760 Mm. trocken	Zahl d. Athemzüge in 3 Min.		Barom. Mm.	Vol. feucht. Liter	Temperat. der Gasuhr ° C.	Vol. 0° C. trocken	Vol. 0° C. 760 Mm. trocken	Zahl d. Athemzüge in 3 Min.
		97.4	8.1	93.6	90.2	14			92.1	10.9	87.8	129.7	16
1.	732.9	92.2	9.8	87.9	84.8	14	3.	1122.5	85.9	11.3	81.7	120.7	14
		87.7	11.1	83.2	80.2	14			85.9	11.4	81.7	120.6	13
		96.0	13.3	90.1	86.4	16			103.1	8.7	99.2	146.9	13
2.	728.5	88.5	13.9	82.9	79.4	15	4.	1125.7	96.8	9.4	93.0	137.7	13
		85.2	13.9	79.8	76.5	15			94.2	10.0	90.2	133.4	15
		90.8	11.9	91.4	87.9	15		1221.7	90.4	10.5	86.3	138.8	14
7.	730.6	100.0	12.1	94.4	90.7	15	5.	1221.7	90.9	11.2	86.6	139.2	13
		89.2	12.5	84.1	80.8	14		1214.7	89.4	12.0	84.9	135.7	13
		91.0	10.6	86.4	82.6	14		1226.3	88.7	9.9	85.0	137.1	13
8.	726.5	83.7	11.5	79.2	75.7	13	6.	1228.0	91.4	10.3	87.4	141.2	14
		85.6	12.3	80.7	77.1	13		1226.8	89.9	11.1	85.7	138.4	14

Man erkennt aus dieser Tabelle, dass die Athmung unter höherem Druck im Ganzen gleichmässiger vor sich ging, indem die Mengen der in je 15 Min. ausgeathmeten Luft geringere Abweichungen zeigen (Col. IV), als in gewöhnlichem Druck, während sie im Ganzen, wie wir in der folgenden Tabelle sehen werden, nicht von einander abweichen.

Die folgende Tabelle enthält der bequemeren Uebersicht wegen die Mittel der 8 Versuche, wobei ich die Werthe der drei ersten Columnen weglasse und anstatt derselben folgende Werthe einsetze: In der I. Columne das Volum der Ausathmungsluft, berechnet auf die annähernd wahre Temperatur und Feuchtigkeit dieser Luft, wie sie aus dem Munde tritt, welche ich nach Gréhant und Wey-

rich zu 35.5° C. und mit Feuchtigkeit gesättigt annehme. Ich halte dies deshalb für passend, weil die auf 0° C. und einem andern Druck reducirten Luftmengen immer eine falsche Vorstellung von dem wirklich ausgeathmeten Volumen geben. Die mittlere Temperatur der Versuchsräume war 14° C. In der II. und III. Columne stehen die oben unter IV und V angeführten Werthe, in der IV. die Zahl der Athemzüge in 9 Minuten, in der V. die Grösse der Athemzüge, berechnet aus der Zahl, mit Berücksichtigung der hier nicht angeführten Bruchtheile, und aus dem Volume bei 35.5° C., mit Feuchtigkeit gesättigt.

Gleichzeitig reihe ich hier die auf dieselbe Weise aus je 3 Athmungen erhaltenen Mittel an, welche die im November und December 1868 durch Herrn Krämer ausgeführten Athmungen ergaben. Die einzelnen hierher gehörigen Beobachtungen folgen in einer späteren Tabelle mit den Mengen der CO_2. Auch hier war die mittlere Temperatur 14° C. Der Barometerstand war unter gewöhnlichem Luftdruck 716—725 Mm., unter erhöhtem 1055—1040. Die Sitzungen unter erhöhtem Druck waren auch hier zwischen je Zwei unter gewöhnlichem Druck eingeschoben. Herr Krämer hatte vorher noch nie eine Sitzung unter erhöhtem Druck genommen.

Tabelle D.

	Unter gewöhnlichem Druck						Unter erhöhtem Druck				
	I.	II.	III.	IV.	V.		I.	II.	III.	IV.	V.
	Vol. bei 35.5° C. feucht. Liter	Vol. bei 0° C. trocken. Liter	Vol. bei 0° C., 760 Mm. trocken. Liter	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Grösse der Athemz. bei 35.5° C. Liter		Vol. bei 35.5° C. feucht. Liter	Vol. bei 0° C. trocken. Liter	Vol. bei 0° C., 760 Mm. trocken. Liter	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Grösse der Athemz. bei 35.5° C. Liter
	Athmung des Herrn Mack:										
1.	107.9	88.2	85.1	42	1.551	3.	98.6	83.7	123.7	43	1.376
2.	101.4	84.3	80.8	46	1.323	4.	110.8	94.1	139.3	41	1.602
7.	106.5	90.0	86.5	44	1.452	5.	100.9	85.9	137.9	40	1.514
8.	98.8	82.1	78.5	40	1.464	6.	101.0	86.0	138.9	41	1.464
Mittel aus allen Versuch.	103.6	86.1	82.7	43	1.447		102.8	87.4	134.9	41	1.489

	Unter gewöhnlichem Druck						Unter erhöhtem Druck				
	I.	II.	III.	IV.	V.		I.	II.	III.	IV.	V.
	Vol. bei 35.5° C. feucht. Liter	Vol. bei 0° C. trocken. Liter	Vol. bei 0° C., 760 Mm. trocken. Liter	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Grösse der Athemz. bei 35.5° C. Liter		Vol. bei 35.5° C. feucht. Liter	Vol. bei 0° C. trocken. Liter	Vol. bei 0° C. 700 Mm. trocken. Liter	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Grösse der Athemz. bei 35.5° C. Liter
					Athmung des Herrn Krämer:						
1.	127.8	106.7	99.7	98	0.782	3.	119.2	101.1	137.6	67	1.039
2.	117.0	97.1	91.2	82	0.856	4.	117.0	99.0	134.9	62	1.133
7.	116.1	96.4	91.6	65	1.072	5.	113.3	95.9	131.4	[1]	1.100
8.	101.0	84.0	80.1	57	1.064	6.	105.6	89.3	122.2	62	1.022
Mittel aus allen Versuch.	115.5	95.8	90.6	75	0.943		113.8	96.3	131.5	63	1.073

Vergleicht man die Mittel aller Versuche, so zeigt sich (Col. I u. II), dass im Durchschnitt die Mengen der ausgeathmeten Luft unter erhöhtem und gewöhnlichem Druck so wenig von einander abweichen, dass man sie als vollkommen gleich ansehen kann. Es wird also die grössere Zahl der Athemzüge unter gewöhnlichem Druck durch die grössere Tiefe derselben unter erhöhtem Druck vollständig ausgeglichen. Bei Herrn Mack, der schon viele Sitzungen unter erhöhtem Druck gemacht hatte, ist hier der Unterschied in der Zahl der Athemzüge nicht sehr auffallend, desto mehr bei Hrn. Krämer, der vorher noch gar nicht unter erhöhtem Druck geathmet hatte. Hier sieht man sehr deutlich die Nachwirkung des höheren Druckes in den Versuchen 7 und 8 (65 und 57 Athemzüge) verglichen mit den Versuchen 1 und 2 (82 und 98 Athemzüge), zwischen welchen die vier Sitzungen unter erhöhtem Druck liegen.

Die Mittel der Volume bei 35.5° C. und mit Wasserdampf gesättigt, sind bei beiden Athmenden um ein geringes grösser unter gewöhnlichem Druck, während die trocken auf 0° berechneten Volume ein geringes Mehr unter höherem Druck erkennen lassen. Der Grund dieses abwechselnden Unterschiedes ergiebt sich aus Folgendem: Man nehme zwei gleich grosse trockene Luftvolumina,

1) Nur zwei Zählungen gemacht.

etwa 100 Liter bei 35.5° C.; das eine stehe unter 700 Mm., das andere unter 1000 Mm. Druck. Man lasse nun zu jedem bei derselben Temperatur gesättigten Wasserdampf hinzutreten. Der bei 35.5° C. gesättigte Wasserdampf hat 42 Mm. Spannung: Diese 42 Mm. halten andere 42 Mm. von den 700 Mm. des auf dem ersten Volumen ruhenden Luftdruckes das Gleichgewicht, und der auf diesem Volumen ruhende Druck wird demnach jetzt um 42 Mm. geringer sein, also nur 658 Mm. betragen. Das Volum besitzt aber selbst eine Spannkraft, welche dem Drucke von 700 Mm. gleichkommt, und wird sich demnach jetzt durch Ausdehnung so lange vergrössern, bis seine durch die Ausdehnung sich vermindernde Spannkraft mit dem entgegenstehenden Luftdruck von 658 Mm. wieder in's Gleichgewicht kommt. Ich setze dabei voraus, dass während der Ausdehnung Temperatur und Dampfdruck dieselben bleiben, wozu in den Lungen die Bedingungen gegeben sind. Das Gleichgewicht wird dann eingetreten sein, wenn das durch Ausdehnung vergrösserte Volum zu dem ursprünglichen Volum von 100 Litern sich umgekehrt verhält, wie die jedesmal darauf ruhenden Drucke. Man hat also, wenn v das ursprüngliche, v' das vergrösserte Volum ist, ferner wenn b den anfänglichen Druck und e die Spannung des Dampfes bedeutet, die Proportion $v':v = b:b-e$ und daraus die Gleichung $v' = v \times \frac{b}{b-e}$. Das erste Volum unter 700 Mm. Druck vergrössert sich zu $v' = 100 \times \frac{700}{658} = 106.4$ Liter, und das zweite unter 1000 Mm. Druck zu $v' = 100 \times \frac{1000}{958} =$ 104,4 Liter. Unter gewöhnlichem Druck muss also durch Hinzutritt von Wasserdampf in der Lunge das ausgeathmete Volum grösser ausfallen, als unter höherem, wenn das der trocknen Luft das gleiche, oder selbst wenig kleiner ist.

Dem Grund des tieferen Athmens unter höherem Druck kommen wir näher durch eine Betrachtung der Verhältnisse, welche dabei obwalten. Zuerst dürfte hervorzuheben sein, dass das tiefere Athmen nicht als eine unnatürliche Erscheinung betrachtet werden kann, weil man es, wie die Beobachtungen lehren, unter gewöhnlichem

Druck bei unwillkürlichem Athmen und unter vollkommenem Wohlbefinden ebenfalls beobachtet. Es muss also auf Verhältnissen beruhen, die nicht ausschliesslich und allein durch höheren Druck bedingt werden, wozu aber dieser die Veranlassung giebt. Der höhere Druck wirkt direkt auf die Körperoberfläche und die Oberfläche der Lungen. In der Lunge wirkt er der elastischen Zusammenziehung des Gewebes stärker entgegen, als der gewöhnliche Luftdruck; die Elasticität der Lungen, gleich 30 Mm. Druck angenommen, beträgt etwa $^1/_{24}$ des Luftdruckes von 720 Mm., aber nur $^1/_{34}$ des Druckes von 1030 Mm., deshalb erleichtert der stärkere Druck in höherem Grade als der gewöhnliche die Zusammenziehung der Inspirationsmuskeln. Unter höherem Druck wird das Zwerchfell in seiner Thätigkeit noch ausserdem durch die Compression der Darmgase begünstigt. Die Inspiration wird also leichter und dadurch kräftiger ausgeführt. Gleichzeitig, und aus demselben Grunde wird die Exspiration etwas verzögert, da wir beobachteten, dass man selbst mit Willen unter höherem Drucke nicht so rasch athmen kann, als unter gewöhnlichem. Die Lunge zieht sich schliesslich beim Ausathmen weniger stark zusammen, ihr Volum in der Ruhestellung bleibt grösser. v. Vivenot hat den grösseren Umfang des Brustkorbes und den tieferen Stand des Zwerchfelles unter höherem Druck nachgewiesen. Aus der sehr ausgedehnten Reihe der Beobachtungen v. Vivenot's mit Thoracometer und Spirometer[1]) sieht man, dass bei fortgesetztem Gebrauche des pneumatischen Apparates die Ausdehnungsfähigkeit des Thorax allmälig zu- und die Zahl der Athemzüge abnimmt, bis eine Grenze erreicht ist, die bei v. Vivenot mit 4 Athemzügen in der Minute nach 90 Sitzungen eintrat. Er zeigt ferner, dass der Spielraum der Brustwände beim Athmen unter erhöhtem Drucke grösser wird, also die Elasticität des Lungengewebes keine Einbusse erleidet, was durch die Beobachtungen anderer, auch an Kranken, bestätigt wird (v. Vivenot, J. Lange, Sandahl). Die (vitale) Athemgrösse steigt (v. Vivenot, J. Lange), und von Panum[2]) ist neuerdings gezeigt worden, dass die Gleichgewichts-

1) l. c. Ste. 219 u. ff.
2) l. c. Ste. 156.

lage der Lungen zum Thorax eine andere wird, indem in der Ruhelage der Thorax weiter ist und der Stand der Lunge der tiefsten Inspirationsstellung näher liegt als vorher, dagegen entfernter von der tiefsten Exspirationsstellung.

Die allmälig erlangte grössere Ausdehnungsfähigkeit des Brustkorbes und die geringere Zahl der Athemzüge bleibt auch unter gewöhnlichem Luftdruck bestehen, erreicht aber nie ganz die Grösse, wie sie unter höherem Luftdruck gefunden wird.

Es erscheint nun zunächst diese Nachwirkung eines längeren Gebrauches des höheren Luftdruckes als eine Folge der Uebung, indem bei häufiger Einwirkung die Athemmuskeln und Gelenke des Brustkorbes sich dem neu erlernten Modus akkomodiren und ihn beibehalten, da er auch der weniger anstrengende ist, indem die Muskeln in dieser Richtung erstarken. Die Muskeln lernen das Athmen hier gerade so, wie viele andere zweckmässige Muskelanwendungen durch Gymnastik erlernt werden müssen und dann zur Gewohnheit werden. Man ist aber auch gezwungen anzunehmen, dass es im Bau der Lunge begründet ist, sich dem neuen, und man darf wohl sagen, bequemeren Gleichgewichtszustande ausserordentlich schnell, wie wir gesehen haben[1]), anzupassen und bis zu einem gewissen Grade dabei zu verharren. Die von andern versuchten Erklärungsweisen der besprochenen Veränderungen nehmen eine Erstarkung der Athemmuskeln an, stützen sich aber gleichzeitig auf eine vorausgesetzte erhöhte Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabscheidung.

Ich gehe nun zu den Resultaten der Kohlensäurebestimmung über. Auch bei den Athmungen des Herrn Mack war die Kohlensäure bestimmt worden, allein da die Flaschen nur 4 Min. lang geschüttelt wurden, welches die äusserste zulässige Grenze ist, wegen der damals noch bestehenden Schwierigkeit, den zum Theil sehr hohen Druck (1200 Mm.) gegen Ende der Versuchsdauer gleichmässig zu erhalten, so will ich jenen Bestimmungen keinen entscheidenden Werth beilegen.

1) Tab. A, B und C, dort Athmung des Herrn Krämer.

Herr Max **Krämer**, Gehülfe in der Apotheke der Herren Gebr. **Mack**, athmete im November und December 1868. Derselbe ist 18 Jahre alt, 1.73 Mm. gross, bei 65.7 Kgrm. Gewicht und besitzt eine Athemgrösse von 3.25 Liter. Bei diesen Versuchen beobachtete Herr Jos. **Mack**, der darin geübt ist, während ich selbst die Kohlensäurebestimmungen ausführte. Vier Versuche unter erhöhtem Druck wurden zwischen je zwei Versuchen unter gewöhnlichem Druck eingeschlossen. Die Versuchstage waren für gewöhnlichen Druck der 25. und 26. November, 3. und 4. December, für erhöhten Druck der 27., 28. und 30. November und 1. December. Ein Vorversuch, um Herrn **Krämer** an das Athmen mit dem Mundstücke zu gewöhnen, wurde nicht weiter berücksichtigt.

Der pneumatische Apparat der Gebr. **Mack** steht in einem heizbaren Zimmer. Er besitzt 3 Kammern, welche je eine Höhe von 8′ (2.33 M.) und einen Durchmesser von 7′ (2.04 M.) haben und durch eine Vorkammer untereinander in Verbindung gesetzt werden können. Durch Vorrichtungen zur Erwärmung und Abkühlung kann warme und kalte Luft benutzt werden und es ist durch Stellung eines besonderen Abzugshahnes für jede Kammer ermöglicht, den Luftwechsel hinreichend gross zu machen, um die Ansammlung von Kohlensäure in bedeutenderer Menge zu verhüten. Die Athmungen wurden erst begonnen, als nach etwa 20 Minuten die beabsichtigte Druckhöhe (320 Millimeter Ueberdruck) erreicht war. Ein Quecksilbermanometer, in Millimeter getheilt, diente zur Beobachtung dieses Druckes.

Die Versuche unter gewöhnlichem Druck wurden in dem Zimmer ausserhalb des pneumatischen Apparates gemacht.

Die mittlere Temperatur der Versuchsräume betrug im Durchschnitt während der Athmungen 14°C.

Die Resultate sind in den folgenden Tabellen nebeneinander gestellt. Ich wiederhole aus der Beschreibung der Methode, dass dabei das grösste Gewicht auf ein natürliches und in keiner Weise absichtliches Athmen gelegt wurde, weshalb die Aufmerksamkeit des Athmenden durch Lektüre beschäftigt war. Das Athmen wurde auch in der That nie gestört.

I. Versuche unter gewöhnlichem Druck.

Versuchs-Nummer und Barometer Mm.	Temperatur des Versuchs-Raumes ° C.	Feuchtigkeit %	Volum bei 0° C. trocken. Liter	Vol. bei 0° C. 760 Mm. trocken. Liter	Vol. % der CO_2 bei 0° C. 760 Mm.	Gewicht der CO_2 in 15 Min. Grmm.	Gew. der CO_2 in 1 Lit. Athlft. b. 0° C. tr. Grm.	Zahl der Athemzüge in 3 Min.	Vol. eines Athemzug. bei 0° C. tr. Liter
	15.1	70	106.7	100.6	4.33	8.650	0.081	31	0.688
1. 716.2	15.4	72	106.5	100.3	4.23	8.413	0.079	32	0.666
	15.7	73	104.0	98.2	4.23	8.264	0.079	35	0.594
	13.8	74	100.7	94.4	4.46	8.386	0.083	28	0.719
2. 714.6	13.3	75	99.1	93.2	4.29	7.945	0.080	27	0.734
	14.1	74	91.4	85.9	4.41	7.534	0.082	27	0.677
	11.2	74	97.7	92.8	4.33	7.984	0.082	22	0.888
7. 721.8	12.2	71	103.8	98.6	4.38	8.584	0.083	20	1.038
	12.3	72	87.7	83.3	4.11	6.805	0.078	23	0.762
	14.6	70	84.0	80.1	4.58	7.307	0.087	19	0.884
8. 725.4	14.3	73	85.2	81.3	4.68	7.565	0.089	19	0.897
	14.8	74	84.7	78.9	4.45	6.989	0.084	19	0.871

II. Versuche unter erhöhtem Druck.

Versuchs-Nummer und Barometer Mm.	Temperatur des Versuchs-Raumes ° C.	Feuchtigkeit %	Volum bei 0° C. trocken. Liter	Vol. bei 0° C. 760 Mm. trocken. Liter	Vol. % der CO_2 bei 0° C. 760 Mm.	Gewicht der CO_2 in 15 Min. Grmm.	Gew. der CO_2 in 1 Lit. Athlft. b. 0° C. tr. Grm.	Zahl der Athemzüge in 3 Min.	Vol. eines Athemzug. bei 0° C. tr. Liter
	13.0	83	108.3	146.9	2.66	7.783	0.072	23	0.942
3. 1036.6	13.7	86	98.2	134.0	2.77	7.375	0.075	25	0.784
	14.8	86	96.7	131.9	2.93	7.685	0.079	19	1.018
	12.7	83	105.1	143.1	2.96	8.438	0.080	23	0.914
4. 1035.0	13.4	85	97.3	132.5	2.93	7.716	0.079	21	0.927
	14.8	85	94.7	129.0	2.81	7.197	0.076	18	1.052
	12.9	81	97.0	133.0	2.97	7.831	0.081	—	—
5. 1040.8	13.7	84	92.3	126.2	3.05	7.674	0.083	20	0.923
	14.4	83	98.5	134.9	2.88	7.736	0.079	21	0.938
	14.5	84	95.8	131.0	2.97	7.790	0.081	24	0.799
6. 1039.2	14.9	83	90.1	123.2	2.85	6.979	0.077	19	0.948
	15.6	84	82.1	112.3	2.97	6.639	0.081	19	0.864

Aus den bei den einzelnen Versuchen unter gewöhnlichem Druck wenig unter einander abweichenden Zahlen der Athemzüge sieht man, dass die Athmung gleichmässig vor sich ging. Unter erhöhtem Druck bemerkt man bei 3,4 und 6, dass die letzte Athmung 4—5 Athemzüge weniger hat als die erste. Bei den Athmungen des Herrn Mack, der schon häufiger unter erhöhtem Druck verweilt hatte, findet man solche Unterschiede nicht

(Tab. C.), und man kann sie daher hier als ein Zeichen der mit dem längeren Aufenthalte steigenden Wirkung des erhöhten Druckes ansehen.

Nehmen wir hier die Mittel aus den in 1 Liter enthaltenen Gewichtsmengen CO_2, so finden wir unter gewöhnlichem Druck 0.082, unter erhöhtem Druck 0.079. In der folgenden Tabelle werden wir sehen, dass durch die Berechnung mit Zuziehung des Wasserdampfes diese Zahlen einander mehr genähert werden.

Die folgende Tabelle giebt die Mittel der 8 Versuche, wobei ich das Volum bei 0° und 760 Mm. Barometerstand weglasse, da es blos zur Berechnung dient und zum Vergleiche nicht brauchbar ist. Ich ersetze es durch das feuchte Volum bei 35.5° C. und dem herrschenden Druck. Auf das letztere Volum ist auch hier der Gehalt eines Liters an CO_2 und die Tiefe der Athemzüge berechnet. Die Mittel aller Versuche sind aus den von den einzelnen Athmungen erhaltenen Summen berechnet.

Tabelle III.

	Barometer Mm.	Feuchtigkeit %	Vol. 0° C. trocken. Liter	Vol. 35.5° C. feucht Liter	Vol. % der CO_2 bei 0° 760 Mm.	CO_2 in 15 Min. Grmm.	CO_2 in 1 Liter Athmlft. 35.5° feucht. Grmm.	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Vol. eines Athemz 35.5° C. feucht Lit.
1.	716.2	72	105.7	127.8	4.26	8.442	0.066	98	0.782
2.	714.6	74	97.1	117.0	4.38	7.955	0.068	82	0.856
7.	721.8	72	96.4	116.1	4.27	7.791	0.067	65	1.072
8.	725.4	72	84.0	101.0	4.57	7.287	0.072	57	1.064
Mittel aus allen Versuchen.	719.5	73	95.8	115.5	4.37	7.869	0.068	75	0.943
3.	1036.6	85	101.1	119.2	2.79	7.614	0.064	67	1.039
4.	1035.0	84	99.0	117.0	2.90	7.784	0.066	62	1.133
5.	1040.8	83	95.9	113.3	2.97	7.747	0.068	— [1]	1.100
6.	1039.2	84	89.3	105.6	2.93	7.136	0.068	62	1.022
Mittel aus allen Versuchen.	1037.9	84	96.3	113.8	2.90	7.570	0.067	63	1.073

1) In zwei Athmungen, zusammen 6 Minuten, 41 Athemzüge, die Zählung der ersten Athmung war unbrauchbar.

Man bemerkt aus den Mitteln aller Versuche, dass die in 15 Minuten abgegebenen Kohlensäuremengen im Durchschnitt nur sehr unbedeutend von einander abweichen. Die mittlere Kohlensäuremenge unter hohem Drucke fällt um nahezu 0.3 Grmm. geringer aus, als unter gewöhnlichem. Dieser Unterschied ist keineswegs abnorm, sondern fällt innerhalb der physiologischen Grenzen. Nach Ranke athmet ein gesunder Mensch im Mittel 760 Grmm. CO_2 in 24 Stunden aus. Lossen fand aus seinen Athmungen in den Morgenstunden, welche in der Regel weniger CO_2 ergeben, 705 Grmm. Nehmen wir an, dass bei unseren Versuchen, die ebenfalls in die Morgenstunden fallen, die Athmung 24 Stunden in derselben Weise fortgedauert hätte, so würde man für erhöhten Druck 727 Grmm., für gewöhnlichen 755 Grmm. erhalten.

Die ausgeathmeten Luftmengen waren im Durchschnitt ebenfalls gleich, und man hat nach diesen Resultaten keinen Grund, anzunehmen, dass der Respirationsprocess unter erhöhtem Luftdruck von der hier angewandten Grösse (320 Mm. Ueberdruck) abnorm gesteigert, oder abnorm vermindert gewesen sei. Geht man in's einzelne, so findet man (Tab. I und II) in der Regel, dass ein grösseres Volumen der in 15 Min. ausgeathmeten Luft bei geringerem Procentgehalt mehr CO_2 giebt, und dass bei kleineren Luftmengen die Menge der CO_2 trotz dem steigenden Procentgehalt, kleiner ausfällt. Mehr Athemzüge geben meist eine grössere, weniger, wenn auch tiefere, eine kleinere Luftmenge. Daraus geht hervor, dass ein geringer Einfluss der Willensrichtung, oder eine Gemüthsbewegung die Resultate nicht unbedeutend trüben könnte, und derjenige welcher athmet, sollte deshalb an dem Versuche kein wesentliches Interesse nehmen.

Lossen fand bei grösseren Volumen der ausgeathmeten Luft, wenn sie durch eine grössere Anzahl von Athemzügen bei vergleichsweise schlechterer Ventilation der Lungen hervorgebracht waren, geringere Mengen von Kohlensäure, als bei kleineren Volumen mit weniger Athemzügen. Er führte aber absichtlich extreme Verhältnisse herbei und zog die kleinen Variationen des natürlichen Athmens bei immer ausreichender Ventilation nicht in den Kreis seiner Beobachtungen.

Ordnet man die Versuche der Reihenfolge nach (Tab. IV), so bemerkt man, dass die Resultate der Versuche 3 und 4 (unter erhöhtem Druck) den Versuchen 1 und 2 (unter gewöhnlichem Druck) näher stehen, als den übrigen, ebenso die Versuche 5 und 6 (unter erhöhtem Druck) den beiden letzten 7 und 8 (unter gewöhnlichem Druck) näher, als den vorhergehenden. Am wenigsten gleichen sich die ersten und letzten Versuche unter gewöhnlichem Druck.

IV. Mittel von je zwei Versuchen.

Versuchs-Nummer	Barometer. Mm.	Vol. 0° C. trocken	Vol. 35.5° feucht	CO_2 % bei 0°, 760 Mm. Volumproc.	CO_2 in 15 Min. Grmm.	CO_2 in 1 Liter Athmlft. 35.5° feucht Grmm.	Zahl der Athemzüge in 9 Min.	Volum eines Athemzuges 35.5° C. Liter
1. u. 2.	715.2	101.4	122.4	4.32	8.198	0.067	90	0.819
3. u. 4.	1035.8	100.0	118.1	2.84	7.699	0.065	64	1.086
5. u. 6.	1040.0	92.6	109.3	2.95	7.441	0.068	62	1.061
7. u. 8.	723.6	90.2	108.6	4.42	7.539	0.069	61	1.068

Dieses Verhalten lässt die allmälige Einwirkung des höheren Druckes erkennen. In beiden Reihen bemerkt man von der ersten auf die zweite Hälfte eine Zunahme des Procentgehaltes und eine Abnahme des Volums der ausgeathmeten Luft neben einer Abnahme in der Zahl der Athemzüge.

Obgleich der gefundene Unterschied in den Kohlensäuremengen eine eingehendere Untersuchung nicht zu fordern scheint, so habe ich doch geglaubt untersuchen zu müssen, ob und in wie weit die in der Kammer des pneumatischen Apparates neben dem höheren Luftdruck bestehenden, etwas veränderten physikalischen Verhältnisse einen Einfluss auf die Abscheidung der Kohlensäure haben können.

Diese finden sich in dem etwas grösseren Kohlensäuregehalt der Einathmungsluft und in ihrer grösseren Sättigung mit Wasserdampf.

Ich stelle die in der Zimmerluft und in der Kammer gefundenen Procentzahlen (Volumprocente) für die Kohlensäure neben einander, auf 0° C. und 760 Mm. Druck berechnet. Die drei Bestimmungen eines jeden Tages stehen, wie sie auf einander folgen, in einer horizontalen Reihe.

Tabelle V.

Kohlensäuregehalt der Zimmerluft unter gewöhnlichem Druck				Kohlensäuregehalt der Kammer unter erhöhtem Druck			
Versuchs-Nummer	%	%	%	Versuchs-Nummer	%	%	%
1.	0.167	0.166	0.172	3.	0.224	0.248	0.248
2.	0.143	0.132	0.162	4.	0.194	0.266	0.290
7.	0. 45	0.154	0.151	5.	0.161	0.220	0.233
8.	0.134	0.095	0.110	6.	0.210	0.244	0.230
Mittel	0.147	0.137	0.149	Mittel	0.197	0.244	0.250

Der Kohlensäuregehalt wechselte in beiden Lokalen, je nach der Grösse der Ventilation durch Heizung, durch Erneuerung der Luft oder andere Umstände. In der Kammer nahm er regelmässig in der zweiten Hälfte der Versuchsdauer etwas zu, wie die beiden letzten Bestimmungen jedes Versuches zeigen. Ob der Kohlensäuregehalt in der Kammer auf die Abscheidung der Kohlensäure in den Lungen einen Einfluss haben konnte, werden mir am besten sehen aus einer Zusammenstellung der auf 1 Liter Luft ausgeathmeten ganzen Gewichtsmengen, ohne Abzug der in der Einathmungsluft enthaltenen Kohlensäure. Wir erhalten darin den richtigsten Maassstab über die in den Lungen gleichzeitig vorhandenen Mengen der CO_2. Die Anordnung ist wie oben.

Tabelle VI.

Gesammtmengen der CO_2 in 1 Liter trockener Athemluft bei 0° und dem herrschenden Barometerstand in Gramm.

I. Unter gewöhnlichem Druck				II. Unter erhöhtem Druck			
Versuchs-Nummer	Grmm.	Grmm.	Grmm.	Versuchs-Nummer	Grmm.	Grmm.	Grmm.
1.	0.084	0.082	0.082	3.	0.078	0.082	0.086
2.	0.086	0.083	0.085	4.	0.086	0.086	0.084
7.	0.084	0.086	0.080	5.	0.085	0.089	0.085
8.	0.090	0.090	0.087	6.	0.086	0.084	0.087
Mittel	0.086	0.085	0.083	Mittel	0.084	0.085	0.085

Der Gehalt bewegte sich in I zwischen den Grenzen 0.080 und 0.090, in II zwischen 0.078 und 0.089. — Die Mittel aus allen Versuchen ergeben in I und in II jedesmal 0.085 in runder Zahl.[1])

1) Durch die Berechnung mit Beiziehung des Wasserdampfes wird das gegenseitige Verhältniss zwischen I und II etwas verändert, allein nicht so stark, um die hier gezogene Schlussfolgerung zu beeinträchtigen.

Man sieht, dass bei den Versuchen unter erhöhtem Druck genug Spielraum gegeben war, eine noch grössere Kohlensäuremenge auszuathmen, da dort der höchste Werth unter gewöhnlichem Druck, 0.090, gar nicht erreicht wurde. Es ist also nicht wahrscheinlich, dass der Kohlensäuregehalt in der Luft der Kammer einen zurückhaltenden Einfluss auf die Abscheidung der Kohlensäure ausgeübt habe.

Eine andere Verschiedenheit findet sich vor in dem etwas grösseren Wassergehalte der Luft in der Kammer des pneumatischen Apparates. Dieser betrug im Durchschnitt 84 %, während in der Luft des Zimmers nur 73 % enthalten waren.

Ich stellte am 21., 22. und 23. December einige besondere Versuche zur Prüfung des Verhaltens der Athmung bei grösserem Wassergehalte der Luft an, wobei ebenfalls Herr Krämer athmete.

Am 21. December wurde die erste Athmung im gewöhnlichen Zimmer, die beiden folgenden in einem mit Wasserdampf bis zur Nebelbildung übersättigten Raum gemacht. Am 22. December wurden die beiden ersten Versuche in diesem Raume, der dritte im gewöhnlichen Zimmer gemacht. Am 23. December wurden noch zwei Athmungen in gewöhnlicher Zimmerluft gemacht. Der Barometerstand wechselte zwischen 710 und 720 Mm. Die Temperatur im gewöhnlichen Versuchszimmer war im Durchschnitt 14.8° C., im dampferfüllten Raume 15.4° C.

Tabelle VII.

	Athmung bei gewöhnlicher Feuchtigkeit						Athm. im dampferfüllt. Raume					
	Feuchtigk. %	Vol. bei 0° trocken Liter	Vol. % CO_2 bei 0° u. 760 Mm.	CO_2 in 15 Min. Grmm.	CO_2 in 1 Liter bei 0° C. Grmm.	Zahl d. Athemzüge in 3 Min.	Feuchtigk. %	Vol. bei 0° trocken Liter	Vol. % CO_2 bei 0° u. 760 Mm.	CO_2 in 15 Min. Grmm.	CO_2 in 1 Liter bei 0° C. Grmm.	Zahl d. Athemzüge in 3 Min.
21. Dec. 1.	77	90.2	4.78	8.126	0.090	19						
2.							98	102.8	4.52	8.744	0.085	20
3.							96	103.7	4.34	8.418	0.082	22
22. Dec. 1.							92	99.5	4.38	8.143	0.082	22
2.							93	99.5	4.44	8.235	0.083	24
3.	76	91.3	4.68	7.984	0.087	18						
23. Dec. 1.	75	102.1	4.52	8.581	0.084	21						
2.	76	95.4	4.67	8.279	0.087	23						
Mittel	76	94.7	4.66	8.242	0.087	20	95	101.4	4.42	8.401	0.083	21

Direkt vergleichen lassen sich eigentlich nur die Resultate der Versuche am 21. und 22. December. Man findet bei der ersten Athmung, vor Anwendung des Wasserdampfes, einen grössern Procentgehalt bei geringerem Volum der ausgeathmeten Luft. Im dampferfüllten Raume unmittelbar darauf sinkt der Procentgehalt, die Menge der Ausathmungsluft steigt, mit ihr die Kohlensäuremenge und auch die Zahl der Athemzüge. Am 22. December bemerkt man das umgekehrte Verhalten, im dampferfülltem Raum dieselben Erscheinungen wie den Tag vorher und unmittelbar darauf in gewöhnlicher Sättigung sinkt wieder die Zahl der Athemzüge, mit ihr das Volum der ausgeathmeten Luft und die Kohlensäuremenge, dagegen steigt der Procentgehalt. Im Mittel der vier Athmungen auf jeder Seite treten die angegebenen Verhältnisse ebenfalls hervor, jedoch schwächer als bei den an demselben Tage in verschiedener Sättigung ausgeführten Athmungen.

Man erkennt hier, dass der Einfluss, welchen der Wasserdampf hat, indem er sowohl die eingeathmete Luft verdünnt, als die Abscheidung von Wasserdampf in der Lunge hemmt, sogleich ausgeglichen wird durch ein rascheres Athmen und ein grösseres gewechseltes Luftvolum, wobei zwar der Procentgehalt an ausgeathmeter CO_2 fällt, aber die absolute Menge steigt.

Weder in dem Kohlensäuregehalt, noch in dem Grade der Sättigung der Einathmungsluft mit Wasserdampf dürfte sonach eine Veranlassung zu suchen sein, wodurch die Abscheidung der CO_2 in der Lunge gehemmt worden sein könnte.

Es bliebe noch der Einfluss einer langsameren Blutcirculation auf die Abscheidung der CO_2 in der Lunge zu untersuchen.

Der Pulsschlag wird bekanntlich unter Einwirkung des erhöhten Luftdruckes langsamer, die Veränderung dauert aber nicht an, nachdem die Einwirkung des Druckes aufgehört hat.

Eine derartige Untersuchung würde ausgedehntere Vorarbeiten erfordern und ist mir jetzt noch nicht möglich.

Es erübrigt noch einen Blick auf die von v. Vivenot[1]) und

1) l. c. St. 259 u. ff.

Panum gefundenen Resultate der Kohlensäurebestimmung unter erhöhtem Luftdruck zu werfen.

Beide fanden unter höherem Druck etwas mehr Kohlensäure in der Ausathmungsluft, als unter gewöhnlichem Druck. Bei v. Vivenot wurde immer ein tiefster Athemzug innerhalb und ausserhalb des pneumatischen Apparates verglichen, und die Kohlensäure mit dem Kaliapparate bestimmt. Nach dem Ergebniss einiger Bestimmungen G. Lange's[1]), welcher eine viermalige vergleichende Untersuchung zwischen der Luft des Zimmers und der Kammer des pneumatischen Apparates gemacht hatte, jedesmal nach Ablauf einer Sitzung, nachdem also der höhere Druck schon aufgehört hatte, nahm v. Vivenot an, dass der CO_2-Gehalt unter erhöhtem Druck in der Kammer und unter gewöhnlichem Druck im Zimmer der gleiche sei und machte deshalb keinen Abzug für den CO_2-Gehalt der Einathmungsluft. Mit dem abnehmenden Ueberdruck müsste aber aus der Kammer am Ende der Sitzung ein grosser Theil der Luft entwichen sein, dessen CO_2 also nicht mit bestimmt worden war.

Panum hat ebenfalls[2]) die CO_2 der Einathmungsluft nicht gleichzeitig mit den Athmungen bestimmt, sondern, wie ich aus seinen Angaben schliesse, früher gefundene mittlere Werthe von den gefundenen Gesammtmengen der CO_2 in der Ausathmungsluft abgezogen. Ferner waren seine Athmungen nicht unwillkührlich, sondern vielfach durch den Willen beeinflusst, wie die Bemerkungen „Normal, so stark als möglich, möglichst schwach und langsam“ etc. bei den einzelnen Versuchen nachweisen, so dass die Resultate seiner Athmungen für den von uns in's Auge gefassten Zweck untereinander nicht wohl vergleichbar sind. Die Dauer der Athmungen war wechselnd, von $4^1/_2$ bis 21 Minuten. Endlich giebt Panum nicht an, ob er bei seinen Berechnungen der Volume den Gehalt der Luft an Wasserdampf berücksichtigt hat.

Gegen die von mir befolgte und von Lossen unter Voit's

---

1) Zur Kenntniss etc. der verdichteten Luft. Von R. v. Vivenot. Ste. 139 u. 140.

2) Panum sammelte sämmtliche während des Versuches ausgeathmete Luft in einem grossen Spirometer und bestimmte die Kohlensäure von etwa 600 Cubikcentimeter nach der Pettenkofer'schen Methode.

Leitung zuerst angewandte Methode erhebt Panum[1]) den Einwand, dass sie nur eine Mischung der letzten Athemzüge gebe, auch wenn man Stunden lang athme, und dass sie deshalb nicht geeignet sei, den Einfluss der Ungleichmässigkeit der einzelnen Athemzüge auf die Kohlensäureproduction zu eliminiren. Panum würde gewiss recht haben, wenn man stundenlang durch den Lossen'schen Apparat athmen wollte. Das geschieht aber nicht, sondern man athmet eine möglichst kurze Zeit. Ich glaube nicht, dass die Athmungsdauer kürzer als 15 Minuten genommen werden dürfte, aus zwei Gründen: einmal dürfte man bei wesentlich kürzerer Dauer nicht immer gewiss sein können über die vollständige Austreibung des anfänglichen Inhalts der Flasche und der Athemröhren, denn dieser Inhalt wird nicht gleichmässig, sondern erst nach einer mehr oder weniger vollständigen Mischung mit der einströmenden Athemluft verdrängt. Die Zahl der dazu nöthigen Athemzüge lässt sich annähernd berechnen. Ferner würde eine kürzere Dauer als 15 Minuten kaum hinreichen, die Temperatur der Athemluft in der Flasche, des Glases der Flasche selbst, und des Versuchsraumes in ein nahezu constantes Verhältniss zu bringen, was zur Berechnung des Procentgehaltes vortheilhaft ist. Dass das Athmen hinreichend gleichmässig vor sich gehen kann, sieht man an unseren Zahlen der Athemzüge, die bei den einzelnen Versuchen sehr wenig von einander abweichen. (Tab. I und Tab. C.)

Die Lossen'sche Methode beabsichtigt nichts anderes, als während einer bestimmten kurzen Zeit, also etwa 1—1½ Stunden, drei in gleich weiten Abständen auseinander liegende Proben der Athemluft zu nehmen, aus welchen dann auf den mittleren Gehalt der während dieser Zeit ausgeathmeten Luft mit einer für unseren Zweck hinreichenden Annäherung an die Wirklichkeit geschlossen werden kann.

Panum schliesst aus der Analyse der Athemluft von 4½ bis 21 Minuten auf die in 24 Stunden ausgehauchte Menge Kohlensäure, während wir blos die Kohlensäure für je 15 Minuten berechneten.

---

1) l. c. St. 139.

Beobachtungen über die Abgabe von Kohlensäure und Wasserdunst durch die Perspiratio cutanea.

Von

Dr. Carl Reinhard.

1.

Perspiration von Kohlensäure.

Der Erste, welcher die als Produkt der Perspiratio cutanea auftretende Kohlensäure einer genaueren Prüfung unterwarf und die täglich gelieferte Menge dieses Gases zu bestimmen versuchte, war Milly († 1784) in Frankreich. Auch der Engländer Cruikshanks fand Kohlensäure in der Luft, die über einem Hautbezirke abgesperrt worden war, indem er sie mit Kalkwasser schüttelte und einen Niederschlag von kohlensauerm Kalke erhielt. Ebenfalls sah Jurine eine Veränderung der abgesperrten Luft eintreten und schloss, dass die Grösse und Schnelligkeit dieser Veränderung mit der Energie der Blutcirculation in Zusammenhang stehe. Ingenhouss, dessen treffliche Untersuchungen über die Pflanzenphysiologie bekannt sind, widmete unserer Frage gleichfalls einige Aufmerksamkeit; er sagt, die vom Körper perspirirte Luft scheine fixe Luft zu enthalten, weil sie zum Theil von Wasser verschluckt wird.

Wir besitzen ausserdem von Abernethy[1]) eine längere Reihe von Perspirationsversuchen, die zwar wegen unvollkommener Hilfsmittel nicht ganz genaue Resultate ergaben, aber durchweg sehr sorgfältig ausgeführt sind. Abernethy stürzte ein Gefäss, welches

---

1) Abernethy. Surgical and Physiological Essays, Lond. 1793 — 97 p. 119 et seq. — Uebers. von Brandis (1. Theil) und Kühn (2. Theil) Leipzig 1795 und 1801. S. 1. Theil pag. 103—162.

dem Volumen nach sieben Unzen atmosphärischer Luft enthielt, über Quecksilber und brachte seine Hand eine Zeit lang in den abgeschlossenen Raum. Dieses Verfahren wurde öfters wiederholt und nahm im Ganzen eine Zeit von 5 Stunden in Anspruch. Nach dieser Zeit war eine Verminderung der eingeschlossenen Luft um eine halbe Unze zu konstatiren. Beim Einbringen von Kalkwasser wurde rasch eine Unze Kohlensäure absorbirt und die Analyse der übrigbleibenden Luft mit Salpetergas ergab ein Sechstel weniger Sauerstoff als vor dem Versuche.

Bei einem andern ähnlichen Versuche wurde nach neunstündiger Dauer mehr als eine Unze Kohlensäure gefunden und der Sauerstoff war um ein Viertheil vermindert. Hielt er die Hand 5 Stunden lang in Nitrogen, Hydrogen oder Salpetergas, so wurde ebenfalls Kohlensäure ausgeschieden. Sauerstoff konnte am Ende des Versuches in diesen Gasarten nicht gefunden werden; es trat auch keine Verminderung ihrer Volumina ein. Wurde dasselbe Experiment mit Kohlensäure wiederholt, so fand eine bedeutende Absorption dieses Gases statt; ein sieben Unzenmaass war nach neun Stunden auf drei Unzen reducirt. Der Rest wurde vom Kalkwasser nicht völlig absorbirt, wesshalb Abernethy an die Ausscheidung einer Quantität Nitrogen denkt. Dieser Versuch verdient eine Wiederholung, da zu bestimmen wäre, ob die Absorption von Kohlensäure wirklich so bedeutend ist und welcher Natur das vom Kalkwasser nicht absorbirte Gasvolumen ist. Vielleicht ist es atmosphärische Luft, die von Aussen her in den abgesperrten Raum gelangte, oder Sauerstoff, der vom Blute an die Kohlensäure-Atmosphäre abgegeben wurde; reines Nitrogen findet sich in der Perspirationsluft jedenfalls nicht. Bei einem andern Versuche brachte Abernethy vierundzwanzig Unzen Oxygen und ebensoviel Nitrogen in zwei Gefässe und sperrte sie durch Wasser anstatt durch Quecksilber von der Atmosphäre ab. Nach acht Stunden hatte die Hand vom Oxygen acht Unzen resorbirt; vom Nitrogen war nach einem gleichen Zeitraume ungefähr Eine Unze verschwunden. Dreizehn Unzen Salpetergas, die ebenfalls durch Wasser abgesperrt worden waren, hatten nach fünfstündiger Versuchsdauer etwa drei Unzen und ebensoviel Wasserstoffgas hatte anderthalb Unzen eingebüsst.

Die Summe seiner Beobachtungen führte Abernethy zum Schlusse, dass von der Hautoberfläche mehr Luft absorbirt als abgegeben werde und dass für gewöhnlich nur der Sauerstoff der Atmosphäre zur Absorption gelange. Die gesammte, vierundzwanzigstündige Hautperspiration liefert nach seinen Angaben 362.3 par. Kubikzoll oder dem Gewichte nach etwa 14 Grmm. Kohlensäure.

Abernethy's Resultate fanden durch andere Beobachtungen der damaligen Zeit theils Bestätigung, theils Berichtigung; es würde uns aber zu weit führen, wenn wir alle Methoden und Resultate älterer Forscher hier anführen wollten. Von Collard de Martigny[1]) besitzen wir einige Beobachtungen über die Resorption von Gasen, zu welchen in neuerer Zeit die von Gerlach[2]) gekommen sind.

In historischer Beziehung ist noch bemerkenswerth, dass die Aerzte des Alterthums nicht bloss die Perspiration von Wasserdunst und ihre Veränderung im gesunden und kranken Zustande ziemlich genau gekannt, sondern auch eine Aufnahme der äusseren Luft durch die Hautgefässe, eine Art peripherischer Respiration, angenommen haben. Diese Ansicht findet sich an verschiedenen Stellen bei Hippokrates[3]) und Galenus[4]) ausgesprochen. Der Letztere bemerkt ausdrücklich, dass auch durch die äussere Hautoberfläche Luft inspirirt werde. Er lässt zu dem Zwecke die letzten Verzweigungen der Arterien mit offenen Mündungen an der Peripherie endigen, wo sie bei der Systole alles Rauch- und Dunstförmige ausstossen, bei der Diastole aber einen nicht geringen Antheil der uns umgebenden frischen Luft aufnehmen sollen.

In den letzten Decennien wurde die Frage der Kohlensäureperspiration von Regnault und Reiset[5]), Scharling[6]) und

1) De l'action du gaz acide-carbonique etc. Arch. Gen. XIV. 211, 12.

2) Müller's Archiv 1851. S. 431.

3) Manifesta perceptio, quod exspirans et inspirans universum corpus (ἔκπνουν καὶ εἴσπνουν ὅλον τὸ σῶμα). Epid. L. VI. Sect. VI. Ed. Kühn.

4) De usu pulsuum Cap. 4; De simpl. medicam. L. I. Ed. Kühn Bd. 11. pag. 402.

5) Regnault und Reiset. Ueber die Respiration der Thiere. Annalen der Chemie und Pharmazie. Bd. 73. pag. 309.

6) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 57.

Gerlach wiederum aufgenommen und mittels quantitativer Bestimmungen weiter verfolgt. Regnault und Reiset brachten Thiere in einen Kautschukmantel, so dass der Kopf aus der Hülle ragte und leiteten einen Strom atmosphärischer Luft durch den abgeschlossenen Raum. Bevor die Luft in den Raum eintrat, strich sie durch Bimssteinstücke, die mit Kalilauge befeuchtet waren; die heraustretende Luft strich anfangs durch Schwefelsäure, dann durch Kalilauge und schliesslich wieder durch Schwefelsäure. Die gefundene Kohlensäuremenge verglichen sie mit der Gesammtmenge, die in früheren Versuchen von Haut und Lunge zugleich abgesondert worden war. In zwei achtstündigen Versuchen lieferte ein Kaninchen 0.358 und 0.197 Grmm. Kohlensäure durch die Haut an den durchgeleiteten Luftstrom ab. In gleicher Zeit hätte die Gesammtperspiration gemäss früherer Versuche 20.63 und 19.38 Grmm. Kohlensäure geliefert. Bei einem Hunde betrug die Hautperspiration einmal 0.136, ein andersmal 0.176 Grmm. Kohlensäure, während die Gesammtperspiration in früheren Versuchen 39.15 und 42.15 Grmm. geliefert hatte. Wurde die Luft im Kautschuksacke nicht erneuert, so fanden sie Regnault und Reiset nach acht Stunden nur unbedeutend verändert. Ihre Zusammensetzung betrug beim Kaninchen 0.36 CO_2, 20.55 O, 79.09 N., beim Hunde 0.29 CO_2, 20.67 O, 79.04 N. — Möglicherweise hat in diesem Falle eine Gasdiffusion durch Undichtigkeiten der Umhüllung die an und für sich nicht sehr bedeutenden Veränderungen des abgeschlossenen Luftraumes ausgeglichen.

Scharling versuchte die Kohlensäureperspiration dadurch zu bestimmen, dass er das Haupt eines in einem hölzernen, möglichst luftdicht schliessenden Kasten befindlichen Menschen mit einer Kautschukmaske umgab und die Athemgase der Lunge durch eine Röhre, welche mit der Maske in Verbindung stand, in's Freie führte, während die von der Haut perspirirte Kohlensäure sich im Kasten sammelte.

Die Luft des Kastenraumes wurde vor und nach dem Versuche eudiometrisch bestimmt; die erhaltenen Kohlensäurewerthe sind aber so bedeutend, dass die Annahme sehr nahe liegt, es seien Athemgase der Lunge durch Undichtigkeiten der Kautschukmaske in den

Kastenraum gelangt, wie es auch Scharling für möglich hält. Er fand nämlich als Resultat eines einstündigen Versuches einmal 0.272 Grmm., ein anderesmal 0.373 Grmm. Kohlenstoff, so dass also die vierundzwanzigstündige Hautperspiration 23 bis 32 Grmm. Kohlensäure liefern würde.

Das Verfahren, welches Gerlach zur Ermittlung des Hautathmens in Anwendung zog, war folgendes: Er schloss eine gewisse Quantität Luft auf einen bestimmten Flächenraum der Haut von der übrigen Atmosphäre ab und untersuchte dann nach verschiedenen Zeitabschnitten diese Luft auf ihren Gehalt an Kohlensäure und Verlust an Sauerstoff. Der Apparat bestand aus einem kleinen durch einen Kautschukanstrich luftdicht gemachten Ballon, der mit einer Oeffnung versehen war. Rings um die Mündung, die auf die Hautoberfläche gesetzt wurde, lief ein breiter Rand, der vor dem Aufsetzen mit Pflastermasse überstrichen wurde. In die Wölbung des Ballons war eine Messingröhre mit luftdicht schliessendem Hahne eingefügt, die mit einem kleinen gläsernen Aspirator, der mit Wasser gefüllt war, in Verbindung gesetzt werden konnte, um kleine Portionen Luft zum Zwecke der Analyse von Zeit zu Zeit abzuziehen. Unter zehn Versuchen hat Gerlach zwei an sich selbst, sieben an Pferden und einen bei einem Hunde angestellt.

Der erste Versuch, den er an sich selbst anstellte, fand bei einer Temperatur von 16° R. im Juli statt. Der Kubikinhalt des aufgesetzten Ballons betrug 350.75 Kubikcentimeter und die Weite der Mündung 3.96 Quadratzoll. Nachdem der Ballon vierundzwanzig Stunden am Platz gelegen und während dieser Zeit ein ruhiges Verhalten beobachtet worden war, wurde auf die vorerwähnte Weise eine Portion Luft abgezogen, deren Analyse 2.25 Proc. Kohlensäure und 20.23 Proc. Sauerstoff ergab; sie hatte 0.97 Sauerstoff eingebüsst. Der nächste Versuch wurde ebenfalls im Juli bei sonst gleichen Verhältnissen, aber mit dem Unterschiede angestellt, dass Gerlach eine Stunde lang bei einer Temperatur von 16° R. langsam spazieren ging. Die nach vierundzwanzig Stunden abgezogene Luft enthielt 2.50 Proc. Kohlensäure, 19.02 Proc. Sauerstoff und hatte 1.88 Proc. Sauerstoff eingebüsst. Gerlach berechnet,

dass im ersten Versuche während vierundzwanzig Stunden von einem Quadratzoll Hautfläche 1.99 Kubikcentimeter Kohlensäure ausgeschieden und 0.86 Kubikcentimeter Sauerstoff absorbirt worden seien. Wird die gesammte Körperoberfläche zu 15 Quadratfuss angenommen, so werden nach der angeführten Berechnung 4288 Kubikcentimeter oder 8.49 Grmm. Kohlensäure ausgeschieden und 1857 Kubikcentimeter Sauerstoff absorbirt. Das Verhältniss des absorbirten Sauerstoffes zur ausgehauchten Kohlensäure ist somit dem Volumen nach wie 100 : 231.

Im zweiten Versuche, bei dem eine einstündige Bewegung Statt gefunden hatte, berechnet sich die Kohlensäure-Abgabe für einen Quadratzoll auf 2.21 Kubikcentimeter, die Sauerstoffaufnahme auf 1.75 Kubikcentimeter. Für fünfzehn Quadratfuss macht diess 4773 Kubikcentimeter Kohlensäure und 3780 Kubikcentimeter Sauerstoff. Es verhält sich demgemäss der absorbirte Sauerstoff zur ausgehauchten Kohlensäure wie 100 : 128.

Mit diesen und den übrigen Versuchen kam Gerlach zum Resultate, dass die Aufnahme des Sauerstoffes von der Abgabe der Kohlensäure beträchtlich, selbst bis zum Sechsfachen übertroffen werde und dass die Kohlensäureausscheidung durch die Hautoberfläche des Menschen durch Bewegung und Temperaturerhöhung gesteigert werde. Während sich bei der Lungenrespiration die Kohlensäureabgabe zur Sauerstoffaufnahme wie 6 : 7 verhält, ist nach Gerlach das Verhältniss bei der Hautperspiration wie $6 : 2^2/_3$.

Abernethy, dessen Versuche wir Eingangs citirten, behauptet im Gegentheil, dass aus der Atmosphäre mehr resorbirt, als an sie abgegeben werde; es wäre auch denkbar, dass bei den Versuchen Gerlach's Luft von Aussen in den Ballon gedrungen sei und den absorbirten Sauerstoff ersetzt habe. Die Sauerstoffmengen, die von der Haut und von den Lungen aufgenommen werden, verhalten sich nach Gerlach zu einander wie 1 : 137, die beiderseitig ausgeschiedenen Kohlensäuremengen wie 1 : 92. — Soweit gingen bis jetzt, wie ich glaube, unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand.

Im Folgenden theile ich zwei neue Beobachtungen über die Kohlensäureperspiration mit, welche ich im Monate Mai 1867 mit Hilfe des im hiesigen physiolog. Institute von Prof. Voit aufgestellten

Aspirations-Apparates angestellt habe. Dieser Apparat, den ich auch zu Versuchen über die Perspiration von Wasserdunst in Anwendung zog, ist in seiner Construction jenem ähnlich, der beim grossen Pettenkofer'schen Athemapparate zur Messung und Analyse des abgeleiteten Nebenstromes dient. Er eignet sich zu kleineren Perspirationsversuchen sehr gut, da er ein vollständiges Sammeln und die genaue Analyse der Perspirationsgase gestattet, ohne dass die normalen Verhältnisse, unter denen die Perspiration für gewöhnlich stattfindet, im Geringsten gestört oder geändert werden. Die Aspiration wird an diesem Apparate durch vier gläserne Cylinder vermittelt, die durch die Hand oder eine kleine Dampfmaschine in Quecksilber auf und nieder bewegt werden und je nach der Grösse ihrer Excursion, welche regulirbar ist, bei 40 bis 80 Cubikcentimeter Luft fassen können. In das Innere eines jeden Cylinders münden über dem Niveau des Quecksilbers zwei U-förmig gebogene Röhren, deren eine beim Aufgange des Cylinders Luft zuführt, während durch die andere beim Niedergange des Cylinders die Luft entweicht und in eine Gasuhr übergeführt wird. Will man nun einen Versuch über die Kohlensäureperspiration anstellen, so bringt man die Hand oder den Arm in einen kleinen abgeschlossenen Behälter, welcher mit Röhren für die Zufuhr und Abfuhr der Luft versehen ist, und setzt die zur Abfuhr der Luft bestimmte Röhre mit den Cylindern des Aspirationsapparates in Verbindung. Bei den folgenden Versuchen, deren Zweck die Perspirationsbestimmung meines Armes war, reichten zwei Cylinder zur Unterhaltung eines mässigen Luftstromes im Perspirationsbehälter aus. Die aspirirte Luft streicht auf ihrem Wege zu den Cylindern durch Barytwasser, wo sie ihre Kohlensäure verliert, und gelangt schliesslich, wie erwähnt, in eine Gasuhr, wo ihr Volumen gemessen wird. Von dem auf diese Weise gefundenen Kohlensäuregehalte der Perspirationsluft ist die Kohlensäure der Zufuhrluft abzuziehen und zur Differenz die perspirirte Kohlensäure, welche am Schlusse des Versuches im Behälter zurückbleibt, zu addiren; letztere kann durch direkte Bestimmung oder auf dem Wege der Rechnung ermittelt werden. Um den Kohlensäuregehalt der Zufuhrluft zu finden, wird vom dritten Cylinder des Apparates durch eine Separatleitung eine Portion

Aussenluft aspirirt und zwar aus der Gegend her, wo die zum Perspirationsbehälter führende Röhre mit Luft versorgt wird. Die aspirirte Aussenluft streicht durch eine zweite Barytwasserröhre und wird ebenfalls durch eine Gasuhr volumetrisch bestimmt. Einen wesentlichen Vortheil dieser Methode habe ich bereits erwähnt; er besteht darin, dass die Perspiration ganz unter normalen Verhältnissen stattfindet und nicht in einer ruhigen Luftschichte, wo die Ansammlung von Kohlensäure und Wasserdunst die normalen Perspirationsgrössen ändern könnte. Ein zweiter Vortheil ist der, dass der Perspirationsbehälter nicht luftdicht zu schliessen braucht, weil alle eintretende Aussenluft durch den Zug der Aspirationscylinder wieder weggeführt und durch die Gasuhr vollständig gemessen wird. Der Perspirationsbehälter, dessen ich mich bei diesen Versuchen bediente, war ein cylinderförmiges gläsernes Standgefäss von vierundsechzig Centimeter Höhe und zwölf Centimeter im queren Durchmesser. Die Mündung des Gefässes wurde mit einer gut anliegenden Kautschukkappe verschlossen, die mit einer Oeffnung für den Arm und drei kleineren Oeffnungen für die Luftcirculation versehen war. In diese Luftöffnungen waren drei Röhren von etwa sieben Millimeter Durchmesser eingepasst, deren eine für die Zufuhr der Aussenluft, die andern zwei zum Abzuge der mit perspirirter Kohlensäure beladenen Luft dienten. Die zum Behälter geleitete Aussenluft wurde ebenso, wie die zum Zwecke der Kohlensäurebestimmung unmittelbar aspirirte Aussenluft von einer Stelle hergenommen, welche dem direkten Einflusse der Athemluft entrückt war. Von den zwei Abzugsröhren, welche der Perspirationsbehälter besass, nahm die eine nahe am Boden, die andere höher oben ihre Luft auf, so dass eine gleichmässige Ventilation des ganzen Raumes stattfand. Beide Abzugskanäle führten gemeinschaftlich zu einer schief liegenden Glasröhre von grösserem Umfange, welche das zur Bindung der Kohlensäure bestimmte Barytwasser enthielt.

Die Quantität des Barytwassers, durch welches die direct aspirirte Aussenluft und die vom Behälter kommende Perspirationsluft gesondert geleitet wurde, betrug je neunzig Kubikcentimeter. Vor und nach dem Versuche wurden dreissig Kubikcentimeter Barytwasser mit einer Oxalsäurelösung von gekanntem Gehalte titrirt.

Ein Kubikcentimeter dieser Lösung entspricht einem Mgr. Kohlensäure. Was also nach beendetem Versuche das Barytwasser weniger Oxalsäure zur Neutralisation braucht, um das ist es durch die Kohlensäure des Luftstromes neutralisirt worden. Hat man auf diese Weise die von den beiden Barytwassermengen absorbirte Kohlensäure gefunden, so wird mit Hilfe der von den Gasuhren angegebenen Volumzahlen berechnet, wie viel Kohlensäure der Aussenluft in der vom Perspirationsbehälter abgezogenen Luft enthalten sei und dadurch das Reingewicht der perspirirten Kohlensäure gefunden. Um aber das ganze Quantum der perspirirten Kohlensäure zu finden, muss auch die am Ende des Versuches in den Räumlichkeiten des Behälters und der zum Barytwasser führenden Abzugskanäle zurückbleibende Kohlensäure berechnet werden. Es unterliegt diess keiner Schwierigkeit, wenn man den Kubikinhalt dieser Räumlichkeiten kennt, weil durch das vorhergehende Verfahren bereits ermittelt wurde, wie viel in einem bestimmten Luftvolumen an perspirirter Kohlensäure enthalten sei. Der Behälter wurde mit Wasser gemessen und fasste, wenn er leer war, 7320, wenn er den Arm enthielt, 4895 Kubikcentimeter Für den Raum, den die Leitung vom Behälter zur Barytwasserröhre in Anspruch nahm, können 105 Kubikcentimeter veranschlagt werden. Im Ganzen sind es also 4900 Cubikcentimeter, deren Gehalt an perspirirter Kohlensäure zu berechnen ist.

In der angegebenen Weise wurden im Monate Mai an zwei verschiedenen Tagen Morgens bei einer Temperatur von circa 16° C. zwei einstündige Versuche ausgeführt, deren Resultate ich im Folgenden mittheile:

Erster Versuch.

Das Volumen der aspirirten Aussenluft ist 10.6 Liter. 30 C. C. M. Barytwasser neutralisiren

vor dem Versuche 31.6 } C. C. M. Oxalsäurelösung.
nach dem Versuche 27.5 }

Die 10.6 Liter Aussenluft enthalten somit

$$4.1 \times 3 = 12.3 \text{ Mgr. Kohlensäure.}$$

Die aus dem Behälter aspirirte Luft misst 24.9 Liter. 30 C. C. M. Barytwasser neutralisiren

vor dem Versuche 31.6 } C. C. M. Oxalsäurelösung.
nach dem Versuche 20.5 }

In 24.9 Liter sind also 11.1 × 3 = 33.3 Mgr. Kohlensäure enthalten. Von diesen 33.3 Mgr. sind 28.9 Mgr. als Kohlensäure der Aussenluft in Abzug zu bringen. Auf Rechnung der Perspiration kommen 4.4 Mgr.

Die in den Räumlichkeiten des Behälters und der zum Barytwasser führenden Leitung zurückbleibende perspirirte Kohlensäure berechnet sich auf 0.87 Mgr.

In einer Stunde wurden alo 4.4 + 0.87 = 5.27 Mgr. Kohlensäure perspirirt.

Zweiter Versuch.

Das Volumen der aspirirten Aussenluft ist 12.3 Liter. 30 C.C.M. Barytwasser neutralisiren

vor dem Versuche 31.95 } C. C. M. Oxalsäurelösung.
nach dem Versuche 26.90 }

In 12.3 Litern Aussenluft sind somit

5.05 × 3 = 15.15 Mgr. Kohlensäure.

Die aus dem Behälter aspirirte Luft misst 28.7 Liter. 30 C.C.M. Barytwasser neutralisiren

vor dem Versuche 31.95 } C. C. M. Oxalsäurelösung.
nach dem Versuche 18.50 }

Diess entspricht 13.45 × 3 = 40.35 Mgr. Kohlensäure. Davon treffen 35.5 Mgr. auf Kohlensäure der Aussenluft und 4.85 Mgr. auf Rechnung der Perspiration.

Die zurückbleibende Kohlensäure berechnet sich auf 0.85 Mgr.

Im Ganzen sind also während einer Stunde 5.70 Mgr. Kohlensäure abgegeben worden.

In vierundzwanzig Stunden beträgt die Kohlensäureperspiration des Armes nach dem ersten Versuche 126.48 Mgr., nach dem zweiten Versuche 136.8 Mgr. Berechnet man daraus die Perspirationsgrösse der gesammten Körperoberfläche, von welcher der Arm etwa den siebzehnten Theil bildet, so erhält man für vierundzwanzig Stunden gemäss des ersten Versuches 2.15 und gemäss des zweiten Versuches 2.32, im Mittel 2.23 Grmm. Kohlensäure. Diese Resultate unterscheiden sich von denen der übrigen Beobachter durch die

Kleinheit der Kohlensäuregewichte. Ich will aber nicht behaupten, dass die Perspiration dieses Gases unter allen Verhältnissen den gleichen niedrigen Stand beibehalte. Die vorliegenden Versuche wurden bei einer ziemlich niedrigen Temperatur, bei ruhigem Verhalten und im Laufe des Vormittags ausgeführt. Unter entgegengesetzten Verhältnissen, als: hoher Temperatur, Bewegung und Arbeit, bei Nahrungsaufnahme, sowie im Fieber, bei Entzündungen und überhaupt, wo eine energische Blutcirculation in den Gefässbezirken der Haut stattfindet, werden die angegebenen Perspirationswerthe höchst wahrscheinlich namhaft überschritten werden. — Wenn man die gesammte Abgabe an Kohlensäure durch Haut und Lunge beim ruhigen Verhalten auf 909 Grm. anschlägt, so verhält sich die Hautperspiration zur Lungenperspiration nach unseren Versuchen ungefähr wie 1 : 400. Eine solche Proportion lässt sich freilich mit grösserer Sicherheit aufstellen, wenn beide Perspirationsgrössen gleichzeitig gemessen werden, und selbst dann darf nicht vergessen werden, dass es wechselnde Grössen sind, und dass es Umstände geben kann, unter denen vielleicht die Abgabe von Kohlensäure durch die Perspiratio cutanea sich verdoppelt, während die Lungenperspiration nicht in gleichem Maasse anwächst. Wie sich diese Proportion aber immer gestalten mag, so ist sie doch ganz verschieden von jener, welche zwischen der beiderseitigen Perspiration von Wasser besteht. Durch die Haut werden im Mittel 660 Grm., durch die Lunge 330 Grm. Wasser perspirirt, somit im Verhältniss wie 2 : 1.

Auf die Frage, warum durch die Perspiratio cutanea soviel Kohlensäure weniger abgegeben wird, als durch die Lungenrespiration, lassen sich folgende Gründe anführen: Das Blut, das in den Lungencapillaren circulirt, ist nur venöses, während in den Gefässbezirken der Haut venöses und arterielles gleichzeitig vorhanden ist. Der grössere Kohlensäuregehalt des Lungenblutes führt daher nothwendig eine vermehrte Abgabe dieses Gases an die Atmosphäre herbei. Zugleich ist die von den Lungenbläschen dargebotene Oberfläche eine grössere, als die der Haut. Die Lungenoberfläche wird auf vierzehntausend Quadratfuss, die der Haut auf blos fünfzehn Quadratfuss geschätzt. Wenn auch die letztere Zahl

zu niedrig angeschlagen ist, weil die Epidermis nicht vollkommen glatt ist, so bleibt doch wahrscheinlich ein grosser Abstand im beiderseitigen Flächenraume bestehen, welcher der Kohlensäureausscheidung in den Lungen zu Gute kommt. Ferner ist zu berücksichtigen, dass in der nämlichen Zeit, während welcher durch die Lungen die gesammte Blutmasse passirt, in den Hautgefässen wegen der grossen Vertheilung, welche die Blutmenge im Körper erfährt, nur ein Bruchtheil der Gesammtmasse circulirt. Wichtig ist endlich der Umstand, dass der Sauerstoff in der Luft der Lungen von der Kohlensäure des Blutes nur durch die dünne Wandung der Capillargefässe getrennt ist, während die Capillargefässe der Haut vom Rete Malpighi und von der mit Fett imprägnirten Hornschichte der Epidermis überdeckt sind. Durch diese Decke wird die Perspiration der Kohlensäure zwar nicht verhindert, aber doch erheblich verlangsamt.

II.

Perspiration von Wasserdunst.

Die folgenden Versuche und Beobachtungen über die Perspiration von Wasserdunst habe ich in den Monaten April und Mai 1867 mit eben demselben Aspirationsapparate ausgeführt, den ich zur Bestimmung der Kohlensäure-Perspiration in Anwendung brachte. Der näheren Beschreibung des Verfahrens muss die Bemerkung vorausgeschickt werden, dass es bei den folgenden Versuchen nicht in der Absicht lag, die nach den Umständen variable Quantität des gesammten Wasserverlustes durch die Perspiratio cutanea zu bestimmen, sondern es sollten die Perspirationswerthe kleinerer Epidermisstellen gemessen und gegeneinander verglichen werden. Als Resultat dieser vergleichenden Versuche ergab sich, dass die Wasserverdunstung auf der Oberfläche der Epidermis nicht überall gleichmässig von statten gehe, sondern vielmehr mit constanten und mitunter sehr erheblichen Differenzen verknüpft sei. Zum Zwecke der Messungen liess ich in der Form kleiner Becher eigene Gefässe aus Blech anfertigen, welche insgesammt eine gleich grosse Grundfläche besassen und mit ihrer Mündung auf die Oberfläche der Epidermis, deren Perspirationsgrösse bestimmt werden sollte, gesetzt

wurden. Der Durchmesser eines jeden Bechers betrug 6 Centim., die Höhe 2.3 Centim., das Volumen 70 C. C. M. Vor dem Aufsetzen der Becher wurde der scharfe, etwas auswärts gebogene Blechrand mit Streifen von Heftpflaster oder mit einem Kautschukringe gepolstert. Das Heftpflaster diente zugleich zur Befestigung der Becher, die überdiess durch elastische Bänder auf die Hautfläche angedrückt und in ihrer Lage erhalten wurden. An der Wandung eines jeden dieser Blechgefässe in der Mitte der Höhe waren zwei sich gegenüberliegende Durchbohrungen von 0.7 Centim. Durchmesser angebracht, an welche 2.3 Centim. lange Blechröhren angelöthet waren. Von den Blechröhren gingen Kautschukröhren ab, deren eine zum Eintritte der Aussenluft, die andere zum Abzuge der mit dem Hautdunste beladenen Luft diente. Der regelmässige Luftwechsel in den Bechern wurde dadurch hergestellt, dass man die eine der beiden Kautschukröhren mit den Pumpen des vorgenannten Aspirationsapparates in Verbindung setzte. Im Wesentlichen besteht dieser Apparat, wie gesagt, aus vier gläsernen Cylindern, die durch die Hand oder eine kleine Dampfmaschine in Quecksilber auf und ab bewegt werden können. Sie fassen ungefähr 40 bis 80 C. C. M. Luft je nach der Grösse ihrer Excursion, welche regulirbar ist. Bei ihrem Aufgange nehmen sie Luft aus dem durch die Blechkapsel abgeschlossenen Raume weg, indem sie dieselbe durch Schwefelsäureapparate, in denen das Wasser weggenommen wird, ziehen und drücken beim Niedergange die gefasste Luft in gut geaichte Gasuhren, in denen der Luftstrom volumetrisch bestimmt wird. Für jeden Hautbezirk befinden sich ein Schwefelsäureapparat, eine Pumpe und eine Gasuhr in Thätigkeit; so kann gleichzeitig die Perspiration dreier Hautbezirke geprüft werden, während der vierte Cylinder des Apparates zur Aspiration und Wasserbestimmung einer Portion Aussenluft dient. So folgen unsere Versuche in kleinerem Massstabe derselben Methode, auf die sich der grosse Pettenkofer'sche Respirationsapparat stützt, nur mit dem Unterschiede, dass hier nur ein Theil der aspirirten Luft, dort die gesammte Menge zur Analyse gelangt. Die Vorzüge dieses Verfahrens sind bekannt; es lässt die normalen Bedingungen der Perspiration unverändert bestehen und erlaubt gleichwohl eine genaue quantitative Analyse ihrer Produkte.

Sowohl jene Aussenluft, welche direkt zum Aspirationsapparate trat, wie jene, welche den Umweg durch die Blechkapseln nehmen musste, wurde von einer gemeinschaftlichen Quelle hergenommen, was dadurch bewerkstelligt wurde, dass man die sämmtlichen Zuleitungsröhren gemeinsam von einer kurzen weiten Glasröhre ausmünden liess, die an einem Ende offen, am andern mit einem viermal durchbohrten Korke verschlossen war. In die Durchbohrungen des Korkes wurden vier kurze, kleinere Glasröhren eingepasst und mit den für die Zufuhr der Luft bestimmten Kautschukröhren verbunden. Durch den gemeinschaftlichen Ursprung der zuleitenden Röhren wurde verhindert, dass Luft von ungleichem Wassergehalte in dieselben eintrat. Wenn nebenbei auch Spuren von Luft unter dem Rande des Bechers, welcher nicht völlig luftdicht aufsass, in die Kapsel gelangten, so macht das nichts aus. Die angewendeten Schwefelsäureapparate sind die Pettenkofer'schen; die Wägung ist auf ein Zehntel Mgr. sicher. Aus der Gewichtsbestimmung der Schwefelsäure vor und nach dem Versuche ergab sich der Wassergehalt der Aussenluft, wie der mit dem Hautdunste beladenen Luft. Da von den Gasuhren die sämmtliche in die Becher eingetretene Aussenluft angegeben wurde, da ferner bei jedem der Hauptversuche eine genaue Wasserbestimmung der Aussenluft stattfand, so konnte mit Hilfe dieser beiden Daten berechnet werden, wie gross der ursprüngliche Wassergehalt der gesammten über jede Hautstelle geleiteten Aussenluft sei. Subtrahirt man dieses Resultat von dem Plusgewichte der Schwefelsäure, so erhält man das Reingewicht des perspirirten Wasserdunstes. Das Wasser, welches am Ende des Versuches im Becher und in den zur Schwefelsäure führenden Kautschukröhren zurückbleibt, braucht nicht in Betracht gezogen zu werden, weil es sich hier, wie ich schon Eingangs erwähnte, um relative Versuche handelt, nicht um solche, die auf eine Berechnung der Gesammtperspiration abzielen sollten. Ebenso bedarf es keiner Reduction der Luftvolumina auf einen bestimmten Temperaturgrad. Die Temperatur bei diesen Versuchen, welche alle im Laufe des Vormittags angestellt wurden, war etwa 15° C. Die Dauer der Versuche betrug eine Stunde.

Zuerst machte ich einige Vorversuche, um zu erfahren, wie

grosse Perspirationswerthe man von einer circa 28 Quadratcentimeter grossen Epidermisfläche, die von der Mündung des Bechers bedeckt wurde, zu erwarten habe.

Die Resultate waren folgende:

Erster Versuch. Es wurde Luft eine halbe Stunde lang von der Volarfläche der Hand und von der Wange abgezogen. Die Gewichtszunahme der Schwefelsäure betrug 0.0542 Grm. für die Wange und 0.0488 Grm. für die Hand. Eine Messung der Luftvolumina, die nahezu gleich waren, und des Wassergehaltes der Aussenluft war bei diesem Versuche nicht vorgenommen worden, aber das Resultat bewies, dass die so erhaltenen Zahlen gross genug seien, um Perspirationsunterschiede erkennen zu lassen, dass solche Unterschiede zwischen Wange und Hand vorhanden seien und dass von der Wange mehr Wasserdunst als von der Hand abgegeben werde.

Zweiter Versuch. Beim nächsten Vorversuche, der wie die folgenden eine Stunde dauerte, wurden alle vier Cylinder des Aspirationsapparates in Thätigkeit gesetzt und Luft von der Volarfläche der linken und rechten Hand, von der linken und rechten Wange abgezogen. Die Luftvolumina waren nahezu gleich gross; der Wassergehalt der Aussenluft wurde nicht bestimmt. Die Schwefelsäure ergab folgende Gewichtszunahme: linke Hand 0.0612 Grm., rechte Hand 0.0600 Grm., linke Wange 0.0662 Grm., rechte Wange 0.0641 Grm. Auch bei diesem Versuche stellt sich in Uebereinstimmung mit dem vorhergehenden eine höhere Perspirationsleistung der Wange heraus, während die Differenz zwischen der rechten und linken Hand gering ist.

Dritter Versuch. Es wurde von zwei Cylindern Aussenluft direct aspirirt, von zwei andern über die rechte und linke Hand geleitet. Die Schwefelsäure hatte folgende Gewichtsmengen Wasser aufgenommen: rechte Hand 0.0668 Grm., linke Hand 0.0708 Grm., Aussenluft 0.0542 Grm., Aussenluft 0.0590 Grm. Die Differenz zwischen rechter und linker Hand ist hier grösser, als im vorigen Versuche, was offenbar von einer etwas ungleichen Thätigkeit der Aspirationscylinder herrührt, denn auch die beiden Zahlen für den Wassergehalt der Aussenluft zeigen eine ähnliche Differenz.

Dieser Versuch wies auf die Nothwendigkeit hin, eine genaue Messung der aspirirten Luftquantitäten vorzunehmen.

Vierter Versuch. Der letzte einstündige Vorversuch, der ohne Bestimmung der Luftvolumina vorgenommen wurde, betrifft drei verschiedene Hautbezirke: Wange, Hand und Vorderarm. Durch den vierten Cylinder wurde Aussenluft aspirirt. Die Mehrgewichte der Schwefelsäure sind folgende: rechte Wange 0.0807 Grm., rechte Hand 0.0742 Grm., rechter Vorderarm 0.013 Grm., Aussenluft 0.0529 Grm. Uebereinstimmend mit den vorhergehenden Resultaten wird auch hier wieder der Perspirationswerth der Hand von dem der Wange übertroffen; am geringsten ist die Perspiration des Vorderarmes, der ebenfalls in das Bereich des Versuches gezogen wurde.

Um genau die Perspirationszahl eines jeden Bezirkes berechnen zu können, war es, wie gesagt, nothwendig, Gasuhren zur Hand zu nehmen. Wir erfahren durch sie das gesammte Quantum der über jeden Bezirk geleiteten Aussenluft und finden durch eine Gleichung den Wassergehalt dieser Aussenluft, sodann durch eine Subtraction von dem Mehrgewichte der Schwefelsäure die wirkliche Perspirationsgrösse. In folgender Tabelle sind vier Versuche, die mit Hilfe von Gasuhren ausgeführt wurden, zusammengestellt. Die Einrichtung dieser Tabelle bedarf kaum einer Erklärung. Die dritte Rubrik enthält die aspirirten Luftvolumina, die vierte Rubrik enthält die Totalmenge des von der Aussenluft und Perspiration an die Schwefelsäure abgegebenen Wasserdunstes. In der sechsten Rubrik ist berechnet, wie viel in jedem aspirirten Luftquantum der Wassergehalt der Aussenluft beträgt. Wird dieser von den Zahlen der vierten Rubrik subtrahirt, so erhalten wir das Reingewicht des perspirirten Wasserdunstes, das in der letzten Rubrik bekannt gegeben ist. Ausserdem ist in der fünften Rubrik übersichtlich angeführt, wie gross bei jedem Versuche der Wassergehalt in 100 Litern Aussenluft gewesen sei; es versteht sich von selbst, dass eine ähnliche Berechnung der perspirirten Wassermengen auf 100 Liter Luft nicht gestattet ist. Die in der Tabelle angegebenen Gewichtszahlen sind Grammgewichte.

Tabelle der Hauptversuche.

Versuch Nr.	Namen der Hautbezirke.	Aspirirte Luftvolumina in Litern	Gewichts-Zunahme der Schwefelsäure	Wassergehalt in 100 Litern Aussenluft	Wassergehalt der Aussenluft in dem aspirirten Luftvolum	Reingewicht des perspirirten Wasserdunstes
1	Rechte Wange....	9.99	0 1006		0.0631	0.0375
	Linke Wange	7.71	0.0816		0.0487	0.0329
	Linker Vorderarm ..	9.67	0.0749		0.0611	0.0138
	Aussenluft.......	9.67	0.0611	0.63		
2	Linke Wange	4.77	0.0655		0.0365	0.0290
	Mitte der Stirne ...	4.89	0.0637		0.0385	0.0279
	Linke Scapula	5.28	0.0579		0.0394	0.0185
	Aussenluft.......	4.87	0.0364	0.75		
3	Volarfl. d. r. Hand .	5.04	0.0604		0.0442	0.0162
	Rechter Vorderarm .	4.77	0.0496		0.0418	0.0078
	Linke Infraclav.-Ggd.	5.07	0.0523		0.0445	0.0078
	Aussenluft	5.58	0.0490	0.88		
4	Linke Wange	6.98	0.1056		0.0685	0.0372
	Rechter Vorderarm .	8.98	0.1094		0.0885	0.0209
	Aussenluft.......	8.83	0.0866	0.98		

Ueberblicken wir nun die Zahlen der letzten Rubrik dieser Tabelle, so finden wir, dass die Perspirationszahl der Wange durchgehends die höchste, die des Vorderarmes eine der geringsten ist. In Versuch I wird das Perspirationsquantum des Vorderarmes von dem der Wange nahezu um das Dreifache, in Versuch IV nahezu um das Doppelte übertroffen. Das Mittel aus diesen beiden Versuchen ergibt ein Verhältniss der Wange zum Vorderarm von 2.2 : 1. Auch die Infraclaviculargegend weist eine Minderleistung gleich dem Vorderarm auf, doch liegt hier blos der einzige Versuch III zur Vergleichung vor. Namhafter ist schon die Wasserabgabe von der Scapularfläche; ihr Verhältniss zur Wange ist nach Versuch II wie 1 : 1.5. Ein direct vergleichender Versuch zwischen der Volarfläche der Hand und der Wange ist in der Tabelle nicht enthalten. Das Verhältniss beider Bezirke kann aber auf einem Umwege gefunden werden. Versuch III enthält nämlich eine gleichzeitige Perspirationsbestimmung der Hand und des Vorderarmes. Die Hand lieferte

0.0162 Grm., der Vorderarm 0.0078 Grm. Wasserdunst. Diess gibt ein Verhältniss von 2 : 1. Da nun aus Versuch I und IV das Verhältniss der Wange zum Vorderarme bekannt ist, welches im Mittel 2.2 : 1 ist, so wird das Verhältniss der Wange zur Hand ungefähr 2.2 : 2 betragen. Schon die Vorversuche II und IV liessen vermuthen, dass die Perspirationsleistung der Hand zwar geringer als die der Wange, die Differenz aber nicht bedeutend sei. Verschwindend klein ist der Unterschied zwischen Stirne und Wange (Versuch II), sowie zwischen den beiden Wangenflächen selbst (Versuch I). Die annähernde Gleichheit in der Perspiration correspondirender Bezirke der rechten und linken Seite ist auch im zweiten Vorversuche ersichtlich. Der zweite und dritte Vorversuch deuten ausserdem darauf hin, dass die Perspiration der linken Seite etwas grösser sei, als die der rechten. Die Haupttabelle kann hierüber keinen genügenden Aufschluss geben, weil bei dem hieher bezüglichen Versuch I geringe Ungleichheiten in der Ventilation obwalten. Wollte man versuchen, die Perspirationsleistung der einzelnen Hautbezirke der Reihe nach zu vergleichen, so würden sich ungefähr folgende Abstufungen ergeben: Wange 100, Stirne 96, Volarfläche der Hand 90, Scapula 64, Infraclaviculargegend 45, Vorderarm 45. Einen Anspruch auf absolute Genauigkeit sollen übrigens diese Zahlen nicht machen, sondern lediglich dazu dienen, die ungefähre Grösse der obwaltenden Differenzen anschaulicher darzustellen.

Wodurch werden nun diese Unterschiede bedingt? Zur Beantwortung dieser Frage ist eine genaue Berücksichtigung der Quellen, welche das Perspirationsmaterial liefern, sowie der Wege, durch welche dieses Material an die Atmosphäre abgegeben wird, erforderlich.[1]) Nach den Quellen, welche das Material der Haut-

1) Hierüber hat schon Galenus nachgedacht; er sagt, die insensible Perspiration werde zum Theil durch feine Poren vermittelt — per exiguos meatus, quorum non modo reliquum corpus, sed etiam tota cutis plena est. De sanitate tuenda L. I. Cap. XII. Ed. Kühn, Bd. XVII. p. 66. — Malpighi erklärte die von ihm (1664) beschriebenen Schweissporen als Quellen der insensiblen Perspiration. Malpighi's Entdeckung ging bekanntlich später wieder verloren und fand nur mehr historische Erwähnung. So heisst es in einer Dissertation, die ich aus dem vorigen Jahrhundert besitze: Malpighi ejusque discipuli omnem separationem a massa sanguinis glandibus fieri crediderunt ideoque glandulas finxerunt unde sudor atque perspiratio provenirent.

ausdünstung liefern, haben wir nicht lange zu suchen. Es sind deren zwei zu nennen, erstens die Drüsen der Haut, vorzüglich die Schweissdrüsen, die auch im scheinbaren Zustande der Ruhe sich nicht unthätig verhalten, zweitens die wasserreichen Zellen der Epidermis, die in der Tiefe mit dem oberflächlichen Gefässnetze des Coriums in osmotischem Verkehre stehen und von dorther die nothwendigen Elemente für ihr Wachsthum und für die Verdunstung erhalten. Die Art und Weise, wie diese beiden Quellen ihren Wasservorrath, den sie aus dem Blute als der gemeinschaftlichen Hauptquelle beziehen, an die Atmosphäre abgeben, ist für eine jede verschieden. Der flüssige Inhalt der Schweissdrüsen verwandelt sich, wenn die Absonderung nicht so reichlich geschieht, dass sie in der Form von Schweiss zu Tage tritt, unter dem Einflusse der Körpertemperatur in Dunst und geht als solcher in die Atmosphäre über. Dieses Abdunsten des Schweisses hat man sich aber nicht so zu denken, als bilde der Schweiss innerhalb der spiralen Ausführungsgänge eine Flüssigkeitssäule, wie das Quecksilber im Thermometerrohr, von deren Kuppe die Verdunstung erfolgt, sondern es wird die freie Flüssigkeit von den Wandungen der Epidermiskanäle auf dem Wege der Imbibition ganz oder zum Theile aufgenommen und hauptsächlich von diesen durchtränkten Zellen aus findet die Verdunstung statt. Die Verwandlung des Schweisses in Wasserdampf geschieht also unter wesentlicher Mitwirkung der Epidermis. Diese Betheiligung der Epidermis ist namentlich dort, wo ihre Schichten eine grössere Mächtigkeit besitzen, wie es an der Handfläche und Fusssohle der Fall ist, bedeutend. Man kann sich leicht an der Hand, am besten an einer Fingerspitze mit Hilfe einer Loupe überzeugen, wie rasch die kleinen Schweisströpfchen, welche an den Mündungen der Schweisskanäle zu Tage treten, durch Imbibition und gleichzeitige Verdunstung im benachbarten hygroscopischen Gewebe sich verlieren und verschwinden. Deshalb findet man auch bei Trockenbestimmungen kleiner Epidermisstückchen von der Handfläche oder Fusssohle verschiedene Resultate, weil eben der Wassergehalt der Epidermis theilweise von einer Durchtränkung des Schweisses herrührt, und weil die Thätigkeit der Schweissdrüsen den Umständen gemäss verschieden ist. Der

Antheil, den die Epidermis der genannten Hautstellen am Verdunstungsprocesse des Schweisses nimmt, lässt sich noch auf einem anderen Wege erweisen. Taucht man die Hand längere Zeit in destillirtes Wasser oder lässt man ein Stückchen Epidermis längere Zeit darin liegen, so gelingt es mit salpetersaurem Silberoxyd die Anwesenheit von Chloriden in diesem Wasser darzuthun. Dieses Phänomen verdankt seine Entstehung nur dem Umstande, dass der Schweiss das Gebiet der Epidermis rund um die Kanäle und Poren fortwährend durchtränkt, wobei der flüssige Theil unter dem Einflusse der Körpertemperatur verdunstet, während ein fixer Rückstand von Salzen sich nach und nach in der Epidermis, zumeist an ihrer Oberfläche anhäuft. Kömmt diese wieder mit Wasser in Berührung, so giebt sie einen Theil der imprägnirten Salze ab und veranlasst dadurch die Reaction auf Chlor. An der Handfläche und Fusssohle kann man also in Anbetracht der Vergrösserung, welche die Verdunstungsfläche des Schweisses durch die Imbibition der ein halb bis anderthalb Linien mächtigen Epidermis erfährt, sowie wegen ihres grossen Reichthums an Schweissdrüsen, die Letzteren als Hauptquellen der insensiblen Perspiration betrachten. An den übrigen Hautstellen, welche mit dünner, durchschnittlich $^{1}/_{50}$ bis $^{1}/_{27}$ Par. Linie im Durchmesser haltender Epidermis überkleidet sind und wo die Oberfläche der Epidermis durch einen Fettüberzug gegen die Imbibition geschützt ist, kann die Betheiligung dieses Gewebes am Verdunstungsprocesse des Schweisses allerdings nicht so bedeutend sein. Auch ist nirgends ein solcher Reichthum an Schweissdrüsen gegeben, wie an den vorgenannten Bezirken. So hat die Wange nach einer Zählung von Krause 548, der Vorderarm 1123, die Stirne 1256, der Handrücken 1490, die Fusssohle 2685, die Handfläche 2736 (nach Wilson 3528) Schweissdrüsen auf den Quadratzoll. Wir werden später sehen, wie der Ausfall, den die insensible Perspiration durch die Minderzahl der Schweissdrüsen erleidet, auf anderem Wege ganz oder theilweise gedeckt wird.

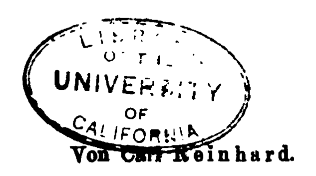
Bezüglich der Epidermiskanäle ist noch zu bemerken, dass die Grösse ihres Querdurchmessers von dem Wassergehalte der Epidermis abhängt. Zu mikroskopischen Messungen nimmt man gewöhnlich Epidermisstücke, welche in Liquor Kali carbonici erhärtet

sind, weil dadurch am besten eine genaue Begränzung der Kanäle erzielt wird. Durch das Liegen in Kali carbonicum verliert aber die Epidermis fast ihren ganzen circa 25 Proc. betragenden Wassergehalt. In Folge dessen schrumpft sie zusammen und die in ihr verlaufenden Kanäle werden weiter. Bei den von mikroskopischen Forschern gelieferten Maassangaben ist daher zu berücksichtigen, dass sie den Durchmesser dieser Kanäle stets grösser darstellen, als er in der Wirklichkeit ist. An normaler Epidermis sind die Schweisskanäle unter dem Mikroskope weit mühsamer zu erkennen, als an getrockneter, weil eben der normale Wassergehalt das Gewebe voluminöser macht und den Raum der Kanäle verengert, vielleicht gänzlich verschliesst. Das Letztere wird jedenfalls eintreten, so oft Schweiss mit den Wandungen der Kanäle in Berührung tritt. Man würde daher eine unrichtige und den Verhältnissen der Wirklichkeit nicht entsprechende Vorstellung gewinnen, wenn man die Schweissdrüsengänge als hohle Kanäle betrachten wollte, die das Ein- und Ausströmen von Flüssigkeiten ungehindert gestatten. Ich glaube vielmehr, dass durch die Einwirkung von Wasser oder von Schweiss auf die Kanalwände der Epidermis ein mehr oder minder dichter Verschluss dieser Kanäle erfolgt, der den Durchtritt des Wassers von Aussen nach Innen oder umgekehrt den des Schweisses nach Aussen verhindert. An Stellen, wo die Epidermislagen nur geringen Durchmesser besitzen und dem entsprechend die Länge der Epidermiskanäle eine geringe ist, wird das von diesen bereitete Hinderniss durch die Gewalt des sich anhäufenden Schweisses leicht überwunden; wo aber die Hornschichten mächtiger werden, wie an der Handfläche oder Fusssohle, ist der Austritt des Schweisses mit grösseren Schwierigkeiten verbunden. So kömmt es, dass an der Volarfläche der Hand selbst an heissen Sommertagen und bei stärkerer Bewegung die Quantität des auftretenden Schweisses nicht dem grossen Reichthume an Schweissdrüsen entspricht. Die Ursache davon ist nach meiner Ansicht in der Imbibition und dem Verschlusse der Epidermiskanäle zu suchen. Das Phänomen des Porenverschlusses lässt sich deutlich beobachten, wenn man ein Epidermisstückchen mit einer Nadelspitze durchbohrt und beim Zusatze von Wasser unter dem Mikroskope beobachtet.

Kaum dass das Wasser die Epidermiszellen berührt, so dehnen sich diese nach allen Richtungen hin sehr rasch aus und die künstlich gebildete Oeffnung verschwindet. Erst mit dem Verdunsten des Wassers kehrt auch der frühere Zustand wieder zurück. Ueber den Antheil, den die Schweissdrüsen an der insensiblen Perspiration nehmen, hat ein verdienstvoller Dermatologe der Neuzeit eine Berechnung angestellt, die sich auf die Voraussetzung stützt, dass beim gewöhnlichen Stande der Perspiration die Verdunstungsfläche des Schweisses dem Querschnitt der Epidermiskanäle gleich sei. Nun berechnet sich nach Messungen, die an getrockneter Epidermis angestellt wurden, für sämmtliche circa zwei Millionen betragende Schweisskanäle eine Querschnittsumme von nahezu acht Quadratzoll. Eine Wasserfläche von dieser Ausdehnung liefert in vierundzwanzig Stunden bei 35° Cels. eine Dunstmenge, die ungefähr zwei Neuntheile der gesammten vierundzwanzigstündigen Perspiration beträgt. Man setzte daher den Antheil der Schweissdrüsen an der Hautverdunstung auf zwei Neuntheile an. Die Verbreiterung des Schweisses durch die Imbibition, sowie die Verengerung und Verschliessung der Schweisskanäle wurde bei dieser Berechnung nicht in Betracht gezogen; da aber die Nichtbeachtung des einen wie des andern Momentes in gewissem Grade sich compensirt, so kann das Resultat annähernd ein richtiges sein. Nur vergesse man dabei nicht, dass die Betheiligung der Schweissdrüsen von ihrer jeweiligen Anzahl und Thätigkeit abhängig ist und in Folge dessen sich als eine wechselnde Grösse darstellen wird.

Betrachten wir nun, wie die zweite Perspirations-Quelle d. i. der von den Capillargefässen des Coriums an die Epidermis abgegebene Wasservorrath sich an der Gesammtperspiration betheiligt. Wir halten diese Unterscheidung in zwei Perspirationsquellen zum besseren Verständniss des Perspirationsprozesses fest, wiewohl in der Wirklichkeit diese genaue Grenze nicht besteht, weil auch zur Verdunstung des Schweisses die Mitwirkung und Durchtränkung der Epidermis erfordert wird. Ueber die zweite Perspirationsquelle ist die gewöhnliche Ansicht die, dass von den wasserreichen Zellen des Rete Malpighi, welches unmittelbar über die Capillargefässe zu liegen kommt, Wasserdunst entbunden werde und dieser dann durch

die darüberliegenden festeren Hornschichten der Epidermis entweicht. Man nimmt dazu an, dass das Gewebe der Epidermis für Wasserdunst leicht permeabel sei. Ich will in Folgendem versuchen, diese Ansicht etwas zu modificiren. Vorerst halte ich es nicht für nothwendig, allen Wasserdunst schon im rete Malpighi d. i. auf der untern Fläche der Epidermis entstehen zu lassen und die höher liegenden Schichten dieses Gewebes als blosses Filtrum für den durchtretenden Wasserdunst zu betrachten; ich glaube vielmehr, dass auch die obere Fläche der Epidermis lebhaften Antheil an der Verdunstung nimmt, denn auch die oberen Hornschichten besitzen einen Vorrath von Wasser und haben durch die unmittelbare Nähe der Luft leichter Gelegenheit, diesen Vorrath in Dunstform abzugeben. Den Gang dieser Verdunstung stelle ich mir in der Weise vor, dass die oberen, einer stetigen Vertrocknung ausgesetzten Schichten der Epidermis auf dem Wege einer langsamen Osmose von den tieferliegenden, wasserreicheren Schichten neues Verdunstungsmaterial an sich ziehen. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass überall, wo die Atmosphäre Gelegenheit hat durch Poren in die Tiefe des Gewebes einzudringen, auch dort eine Entwicklung von Wasserdampf stattfindet. Dieses Abdunsten der Epidermis geht sehr langsam von Statten. Hieran trägt einerseits der Umstand Schuld, dass das Wasser an die organische Substanz der Epidermiszellen mehr oder minder fest gebunden ist, anderseits, dass eine dünne Fettschichte die ganze Epidermisfläche überzieht, an welcher sie so innig anhaftet, dass sie selbst durch wiederholte Waschungen mit Seife und Aether nicht entfernt werden kann. Die verdunstungshemmende Eigenschaft dieser beiden Momente können wir durch Vergleichung der Perspirationsgrösse mit der Verdunstungsgrösse einer freien Wasserfläche ungefähr bemessen. Nach Krause liefert ein Quadratzoll freier Wasserfläche bei 35° C. und der entsprechenden Tension des Wasserdampfes von 40.404 Mm. 0.1675 Gran Wasserdunst in einer Minute; somit würden von einer Wasserfläche von fünfzehn Quadratfuss in vierundzwanzig Stunden ungefähr 31120 Grmm. verdunsten. Würde daher die Verdunstung der gesammten Epidermisfläche, die man gewöhnlich auf fünfzehn Quadratfuss schätzt, so schnell wie die Verdunstung des Wassers



von Statten gehen, so müssten nach dieser Berechnung 31120 Grmm. in vierundzwanzig Stunden abgegeben werden. Das Mittel der täglichen Hautperspiration beträgt aber bloss 660 Grmm., somit sieben und vierzigmal weniger. Nimmt man die Epidermisfläche ihrer mikroskopischen Unebenheiten wegen zu dreissig Quadratfuss an, so wird der Abstand zwischen der Perspiration und freien Wasserverdunstung noch bedeutender, nämlich wie eins zu vierundneunzig. Auch direkte Versuche überzeugten mich von dieser langsamen Verdunstung der Epidermis. Zu diesem Zwecke wurden heberförmig gebogene Glasröhren an ihrem kürzeren, trichterförmig erweiterten Ende mit Cutisstücken verschlossen, mit Wasser gefüllt und mit dem längeren Ende in Quecksilber gestellt. In dem Maasse als die Verdunstung der Cutisoberfläche stattfand und die Menge des eingeschlossenen Wassers sich verminderte, musste das Quecksilber in der Röhre steigen. Dis Resultate waren folgende. Wurde die Trichtermündung mit Cutis verschlossen, von welcher die Epidermis vorher abgelöst worden war, so stieg das Quecksilber im Laufe von anderthalb Stunden beiläufig 6 Mm. hoch. Wurde aber die Epidermis nicht entfernt, so erreichte das Quecksilber erst nach vier bis fünf Tagen eine ähnliche Höhe. Hieraus lässt sich ebenfalls berechnen, dass die Verdunstung der Coriumfläche durch die Epidermisdecke sechzig bis achtzigmal verlangsamt wird. Bei diesen Versuchen, denen wir nur einen annähernden Werth beimessen wollen, wurde die von den Poren gelieferte Dunstmenge, die sich nicht genau bestimmen lässt, nicht abgerechnet. Könnten wir es thun, so würde natürlich die Verdunstungszahl der Epidermis noch geringer ausfallen. Ich habe vorhin erwähnt, dass die Verdunstung der Epidermis zum Theil auch von ihren tieferen Schichten ausgehen könne, namentlich dort, wo sie von Poren durchbrochen wird. Zu diesem Zwecke sind die zahlreichen, von den Drüsenkanälen gebildeten Poren dienlich, aber auch das dicht gesäte, ausserordentlich feine Wollhaar erlangt einige Bedeutung, insoferne die Schäfte desselben die Epidermisdecke durchbohren und durch die damit verbundene massenhafte Bildung kleiner Poren die Verdunstung erleichtern. Es könnte noch die Frage aufgeworfen werden, ob nicht die wechselnde Dicke der Epidermis einen Einfluss

auf die Grösse der Perspiration äussert. Die Dicke der Epidermis schwankt zwischen $^1/_{75}$ und $1^1/_3$ Par. Lin. Am bedeutendsten ist sie an der Handfläche, wo sie bis $^1/_2$ und an der Fusssohle, wo sie bis $1^1/_3$ Linien mächtig wird. Im Uebrigen wechselt der Durchmesser durchschnittlich von $^1/_{50}$ bis $^1/_{25}$ Linie. Es lässt sich nicht läugnen, dass die Verminderung der Epidermislagen für die Perspiration dadurch förderlich ist, dass die Wärmeabgabe beschleunigt wird und die Verdunstung vom Rete Malpighi und von den Porenkanälen aus auf kürzerem Wege stattfindet. Dieser Einfluss würde sich deutlicher kund geben, wenn die Struktur der Epidermis überall sich gleich bliebe. Letzteres ist aber nicht der Fall. So haben die dünneren Epidermislagen als wesentliches Beschränkungsmittel der Verdunstung einen Fettüberzug, welcher an den mit stärkerer Epidermis überkleideten Stellen der Handfläche und Fusssohle fehlt. Ausserdem müssen wir annehmen, dass im Allgemeinen mit dem Grade der Verdünnung auch die Dichtigkeit des Gewebes zunimmt, einerseits durch eine festere Verbindung der einzelnen Epidermiszellen untereinander, anderseits durch eine Veränderung der Zellmembran und des Zelleninhaltes, so dass der von den Capillargefässen aufgenommene Wasservorrath fester gebunden und langsamer an die Atmosphäre abgegeben wird.

In neuerer Zeit hat man die Vermuthung aufgestellt, dass die Epidermis auch tropfbar flüssiges Wasser auf dem Wege der Osmose oder Filtration von den Capillargefässen der Cutis aus an die Oberfläche hindurchtreten lassen könne. So könnte also auch ohne Betheiligung der Schweissdrüsen eine Schweissbildung stattfinden. Man scheint diese Ansicht von der Thatsache hergeleitet zu haben, dass die meisten Gewebe auf dem Wege der Filtration für Flüssigkeiten permeabel sind. Bei der Epidermis findet indessen kein analoger Vorgang statt. Die obigen Verdunstungsversuche ergaben, dass die Verdunstung der Epidermis ungefähr 60 bis 80 mal langsamer von Statten geht, als die des Coriums. Schon daraus ergibt sich, dass die Wasserströmung im Gewebe der Epidermis eine viel langsamere sein muss, als im Gewebe des Coriums. Wir können somit aus dem Verhalten anderer Gewebe keinen Schluss über das Verhalten der Epidermis, welche als Deckmembran eine ganz andere

Bestimmung hat, ableiten. Ich habe auch direkte Filtrationsversuche angestellt. Eine zweimal rechtwinklig gebogene Glasröhre wurde an ihrem kürzeren weiteren Ende mit einem von dünner Epidermis überkleideten Coriumstücke verschlossen, so dass die Epidermis nach Aussen, das Corium nach Innen zu liegen kam. In die Röhre wurde etwas Wasser gefüllt und sodann dem Drucke einer dreiundvierzig Centimeter hohen Quecksilbersäule ausgesetzt. Das Corium wurde rasch vom Wasser durchsetzt, die Epidermis hob sich in Bläschen, den Sudaminabläschen ähnlich, von der Unterlage ab, ihre Oberfläche blieb aber vollkommen trocken. Nach einiger Zeit zerissen diese Bläschen und das eingeschlossene Wasser trat frei zu Tage. So lange die Epidermis unverletzt war, konnte, wie gesagt, nicht die geringste Spur von Wasser auf ihrer Oberfläche bemerkt werden. Es findet also selbst unter verstärktem Drucke keine Filtration von Wasser durch die Epidermis statt.

Ehe wir unsere allgemeine Betrachtung der Perspirationsquellen schliessen, verdienen noch die Capillarnetze der unter der Epidermis liegenden Coriumfläche Berücksichtigung. Sie sind von Wichtigkeit, weil sie die unteren Epidermisschichten mit Wasser versorgen und zur Unterhaltung der Hauttemperatur beitragen. Es ist nichts Näheres bekannt, wie es mit dem Gefässreichthume der verschiedenen Hautbezirke bestellt ist, aber gewiss existiren grössere oder geringere Unterschiede dieser Art, welche auf die Grösse der Perspirationswerthe den entsprechenden Einfluss äussern.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so sind als perspirationsbeförderende Momente grosser Reichthum an Poren, grosse Dünnheit der Epidermis, sowie ein dichtes Netz von Blutcapillaren zu nennen. Perspirationsmindernd sind Armuth an Poren und Blutgefässen, sowie die Fettschichte, welche über der Epidermis liegt. Von der ungleichen Vertheilung dieser Momente rühren die Unterschiede in den Perspirationsgrössen her. Eine übereinstimmende Anordnung der Perspirationsmittel, wie es an den korrespondirenden Hautbezirken der rechten und linken Seite der Fall ist, führt auch eine nahe Uebereinstimmung der Perspirationsgrössen mit sich; doch können auch von differenten Hautbezirken gleichwerthige Dunstmengen geliefert werden, wenn die Grössen der einzelnen

Factoren in entsprechender Weise sich ersetzen. Am besten lassen sich diese Verhältnisse an Beispielen, welche wir der Tabelle entnehmen, verfolgen. In Versuch III ergab sich, dass von der Hand doppelt soviel Wasser verdunstet, als vom Vorderarm. Die Ursache dieser Differenz ist nicht schwer zu finden, wenn man die Zahl der Schweissdrüsen beider Hautbezirke miteinander vergleicht. Der Vorderarm besitzt ungefähr 1123, die Handfläche 3500 Schweissdrüsen auf den Quadratzoll. Hauptsächlich wird also diesem Uebergewicht an Schweissdrüsen die hervorragende Perspirationsleistung der Handfläche zuzuschreiben sein. Dazu kömmt noch, dass die Handfläche durch die Ramificationen des arcus volaris wahrscheinlich reichlicher mit Blut versorgt wird, als der Vorderarm, dass ferner die Epidermis der Handfläche, weil sie keinen Fettüberzug besitzt und ein mehr lockeres Gefüge hat, die Verbreiterung und Verdunstung des Schweisses, sowie des von den Capillargefässen bezogenen Wassergehaltes leichter zu Stande bringt, als die Epidermis des Vorderarmes. Zugleich lehrt uns dieser Versuch, dass die Epidermis ihre verdunstungshemmende Eigenschaft auch an jenen Hautbezirken beibehält, wo ihr Durchmesser sehr gering ist. Es kömmt der dünnen Epidermis, wie schon gesagt, die Imprägnation mit Fett, ein festeres Gefüge und, wie ich glaube, eine gewisse chemische Aenderung der Zellensubstanz zu Gute. Würde das nicht der Fall sein, so müsste die Epidermis des Vorderarmes, die circa $^1/_{30}$ Par. Lin. im Durchmesser hat, ein grösseres Perspirationsquantum liefern, als die der Hand, deren Dicke $^1/_2$ bis $^3/_4$ Lin. beträgt. Es findet aber gerade das Gegentheil davon statt. Wir sahen ferner, dass in allen Vorversuchen und Hauptversuchen die Perspiration der Wange den höchsten Rang einnahm. In Betreff der Perspirationsmittel ist hier hervorzuheben, dass die Epidermis der Wange ausnehmend dünn ist. Sie misst ungefähr $^1/_{78}$ Par. Lin., ist daher noch dünner, als am Vorderarme und ungefähr vierzig bis fünfzigmal dünner, als in der Hohlhand. Das allein wäre aber zur Erzielung einer so bedeutenden Verdunstung nicht genügend, wenn nicht die Epidermis zugleich mit zahlreichen Poren versehen wäre. Die Poren rühren an der Wange zum geringsten Theil von den Schweisskanälen her, deren ungefähr 548 auf den

Quadratzoll treffen; zum grössten Theil werden sie von den Schäften der feinen Wollhaare gebildet, welche dort so dicht gesät sind, dass wohl ein paar Tausend auf den Quadratzoll treffen. Rechnen wir hiezu noch den grossen Reichthum an Capillargefässen und die Nähe grösserer Gefässstämme, so wird der hohe Perspirationswerth der Wange erklärlich. An der Stirne sind die Verhältnisse wieder etwas anders. Der Reichthum an Capillargefässen scheint dort geringer zu sein, als an der Wange, dagegen ist die Zahl der Schweissdrüsen, 1256 auf den Quadratzoll, grösser. So sehen wir an drei verschiedenen Hautbezirken, an der Wange, Stirne und Hand die verschiedenen Perspirations-Mittel in verschiedenen Grössen auftreten, aber so kombinirt, dass sie sich grösstentheils gegenseitig ergänzen und drei wenig verschiedene Perspirationswerthe (circa 100, 96, 90) liefern. Der grosse Reichthum an Schweissdrüsen, den die Stirne besitzt, erklärt auch, warum sie so leicht zu massenhafter Schweissproduktion geneigt ist, er erklärt aber nicht, warum die Schweissbildung der Stirne reichlicher ist, als an der Hand, da doch letztere mit einem noch grösseren Reichthume an Schweissdrüsen ausgestattet ist. Ich glaube, dass der auf pag. 48 angegebene Grund wenigstens theilweise den thatsächlichen Unterschied zwischen den beiderseitig gelieferten Schweissmengen erklärt; ich habe dort die Leichtigkeit des Schweissausbruches als abhängig von dem jeweiligen Durchmesser der Epidermis und der damit verbundenen grösseren oder geringeren Wegstrecke, den der Schweiss durch die Epidermiskanäle zu passiren hat, hingestellt.

An die Betrachtung der localen Perspirationsunterschiede knüpfen wir noch eine kurze Bemerkung über einige auf die Gesammtperspiration einflussreiche Momente, sowie über die mögliche Verwerthung unserer Versuche zu therapeutischen Zwecken. Die Momente, welche auf die gesammte für die Haut in vierundzwanzig Stunden durchschnittlich 660, für die Lungen 330 Grmm. betragende Wasserverdunstung steigernd oder vermindernd einwirken, fanden zum Theil schon bei Hippokrates[1]), mehr aber noch bei Ga-

---

1) Quibus corpus probe perspirat, ii imbecilliores et salubriores existunt prompteque restituuntur, quibus male perspirat, ii prius quam aegrotant robu-

lenus[1]) Beachtung. Später versuchte man die Tragweite dieser Einflüsse durch die Wage zu bestimmen, was unter Andern durch Lining, Martins, Rye, Seguin und Lavoisier, Dalton, Edwards u. s. w. geschah. In neuerer Zeit haben A. Volz, Valentin, Weyrich diese Kenntniss erweitert.

Zu den inneren auf die Perspiration wirkenden Einflüssen zählen Nahrung und Getränke, Ruhe und Bewegung, Schlaf und Wachen, ferner Circulation und Innervation, Krankheiten und Arzneimittel; zu den äusseren Momenten gehören namentlich Luftdruck, Temperatur, Wassergehalt und Bewegung in der Luft. Die Mannichfaltigkeit dieser Momente ist so gross, dass trotz der vorliegenden Arbeiten über die Perspiration noch ein weites Feld für das Studium offen bleibt. Ein derartiges Studium könnte mittels einer Modifikation der bei unsern Versuchen eingeschlagenen Methode leicht und erfolgreich ausgeführt werden. Um z. B. den Einfluss verschiedener Temperaturgrade auf die Hautverdunstung zu eruiren, wäre erfordert, mit einem Perspirationsbehälter, wie wir ihn zu den Versuchen über die Kohlensäureperspiration construirten, mehrstündige Versuche anzustellen und dabei einen stündlichen Wechsel der Temperatur mit jedesmaliger Wägung der Schwefelsäureapparate eintreten zu lassen. Ein einfacher Aspirator wäre genügend. In ähnlicher Weise können über den Einfluss der Bewegung und des Wassergehaltes der Luft, sowie aller übrigen Momente (Nahrung, Arzneimittel u. s. w.) neue und brauchbare Aufschlüsse gewonnen werden.

Ich habe bis jetzt mit der systematischen Ausführung dieses Planes noch nicht begonnen und bei den obigen Versuchen nur gelegentlich die eine oder andere Frage in dieser Richtung gestellt. Ich beschränke mich im Folgenden auf eine kurze Besprechung

---

stiores sunt, quum vero in morbum inciderunt aegrius restituuntur. L. περὶ τροφῆς Ed. Kühn, Bd. XXII. p. 21.

Invalescente corpore per hoc aquosum, quod est febri maxime infensum praecipue exhalat. L. IV. περὶ νούσων. Ed. Kühn. Bd. XXII. p. 354.

1) . . . . quam etiam altera appellatione quidam sensui ignotam perspirationem nominant, quae nobis omnibus per totum vitae curriculum inest, verum secundum aetates, anni tempora studiaque ac ut brevibus expediam secundum omnem quam degimus vitae rationem evariat. Comment. III. in Hippocr. Epid. VI. Ed. Kühn. Vol. XVII. P. II. p. 193. Lips. 1829.

der äusseren Momente, welche die Perspiration zu steigern oder zu vermindern im Stande sind. Hiezu gehört die Temperatur, die Bewegung und der Wassergehalt der Luft, sowie der Luftdruck.

Die Temperatur wirkt auf die Perspiration in doppelter Weise, einerseits dadurch, dass mit ihrem Wechsel der Wärmeverlust des Körpers sich verschieden gestaltet, anderseits durch den Zusammenhang der zwischen Temperatur und Dampfcapacität der Luft besteht. So können 100 Liter trockener Luft bei einer Temperatur von 15° Cels. 1.281 Grmm. Wasserdunst, bei 27° Cels. aber das Doppelte dieser Menge aufnehmen. In einer trockenen Atmosphäre von 27° Cels. müsste daher die Perspiration etwa doppelt so rasch, als bei 15° Cels. vor sich gehen. Die Atmosphäre, welche uns gewöhnlich umgibt, ist aber nicht vollkommen trocken, sondern besitzt schon einen gewissen Gehalt an Wasserdampf und zwar mehr in der warmen als in der kalten Jahreszeit, wodurch eine zu energische Temperatureinwirkung in den Sommermonaten verhütet wird. Immerhin ist aber die Sommerluft für die Perspiration günstiger, als die Winterluft, weil der Wassergehalt der ersteren, obschon er absolut grösser ist, doch in der Regel weiter vom Sättigungspunkte entfernt ist, als der Wassergehalt der letzteren. Die Luft des Sommers ist relativ trockener, als die des Winters. Beobachtungen über den Einfluss, den eine verschieden temperirte Atmosphäre von gleicher relativer Trockenheit auf die Hautperspiration äussert, gibt es zur Zeit noch nicht. Der Einfluss der Jahreszeiten ist schon ein sehr complexer; hier sind nicht mehr die Temperaturunterschiede allein maassgebend, sondern auch die Wechslung des Wassergehaltes und der Strömungen der Luft. Die Beobachtungen von Lining in Charlestown, einer Stadt in Südcarolina (33° N. B.), ergaben für die Haut- und Lungenperspiration in verschiedenen Jahreszeiten folgende Durchschnittsgewichte: Frühling 49.70, Sommer 76.84, Herbst 52.7, Winter 39.99 Unzen.

Unter verschiedenen Breitegraden werden natürlich solche Beobachtungen verschiedene Resultate liefern. So weit es möglich ist, suchen wir im Winter durch eine dichtere Kleidung den Perspirationsprozess gegen den Einfluss der Kälte zu schützen. Dieses Mittel dient uns nicht bloss zur Hebung des Perspirationsprozesses, wenn

die Ungunst atmosphärischer Einflüsse gegenüber der normalen Körpertemperatur zu bedeutend ist, sondern auch dort, wo die inneren Bedingungen dieser wichtigen Funktion mangelhaft vorhanden sind. So sehen wir, dass Reconvalescenten, Tuberculöse u. s. w. den durch Mangel an Blut und Circulationskraft darniederliegenden peripherischen Verdunstungsprozess durch eine wärmere Kleidung auch bei normalen Temperaturgraden zu unterstützen bestrebt sind.

Wie die Temperatur, so ist auch die Bewegung der Luft von grosser Wichtigkeit für die Perspiration. Je schneller die Luftschichten über die Oberfläche der Epidermis hinwegstreichen, desto grössere Mengen Wasserdunst werden sie von derselben mit fortführen. Zur Messung dieses Einflusses habe ich einen zweistündigen Versuch angestellt. Das Resultat der ersten Stunde findet sich in der Tabelle Vers. I mitgetheilt; es entziffert sich dort für die rechte Wange ein Perspirationswerth von 0.0375 Grmm. bei einer Ventilation von 9.99 Litern. In der zweiten unmittelbar folgenden Versuchstunde, deren Resultat in der Tabelle nicht angegeben ist, wurde die Ventilation verstärkt und ein Luftstrom von 29.84 Litern ebenfalls über die rechte Wange geleitet. Als Resultat dieser dreifach stärkeren Ventilation ergab sich eine Perspiration von 0.1070 Grmm., — nicht ganz dreimal soviel, als in der ersten Stunde. Dieser vereinzelte Versuch erlaubt uns aber nicht, weitere Schlüsse zu ziehen und lässt namentlich die Frage über das Verhalten der Perspiration bei einer noch stärkeren Ventilation oder an anderen mit Perspirationsmitteln weniger reich ausgestatteten Hautbezirken, unbeantwortet. Es wäre darum von grossem Interesse, das Verhalten der Perspiration unter verschiedenen Luftströmungen zu verfolgen, das Wachsthum der Perspiration mit der Zunahme der Ventilation zu vergleichen und die Folgezustände, welche nach anhaltend starker Ventilation im Perspirationsprocesse auftreten, näher zu studiren. Wir sind zur Zeit über diese wichtigen Verhältnisse noch ganz im Dunkeln. Von diesem Studium haben wir auch eine Bereicherung unserer Kenntnisse über die Bedingungen und Entstehungsweise der Erkältungskrankheiten, die ein so reichhaltiges Kapitel der Pathologie bilden, zu erwarten.

Zu den äusseren Momenten gehört auch der Luftdruck. Er lastet bekanntlich im Niveau des Meeres mit einer Schwere von dreissigtausend Pfunden auf dem Menschen. Eine Linie Abweichung im Barometerstande entspricht einer Aenderung im Luftdrucke von hundert und vierzig Pfunden. Die täglichen Schwankungen des Barometerstandes hängen von verschiedenen Vorgängen in der Atmosphäre ab, hauptsächlich von ihrer Erwärmung und Abkühlung und ihrem Gehalte an Wasserdampf, über dessen Einfluss wir noch Einiges sprechen werden. Mit der Elevation des Bodens über der Meeresfläche nimmt der Luftdruck ab. An hochgelegenen Orten wird die Perspiration nicht bloss durch die Verminderung des Luftdruckes beschleunigt, sondern auch durch den Umstand, dass die Luft in grösseren Höhen in der Regel trockener ist und in stärkerer Bewegung sich befindet, als in der Ebene. Der wohlthätige Einfluss, welchen man der Gebirgsluft zuschreibt, mag zum Theil durch das Zusammenwirken dieser Momente bedingt sein.

Von grosser Wichtigkeit ist endlich der Wassergehalt der Atmosphäre, dessen wir bereits oben bei Besprechung der Temperaturwirkungen Erwähnung gethan haben. Es ist einleuchtend, dass weder hohe Temperatur noch Bewegung der Luft den Verdunstungsprozess einzuleiten oder zu unterhalten im Stande sind, wenn die Luft bereits mit Wasserdampf gesättigt ist. Es ist darum äusserst wichtig, dass die uns umgebende Atmosphäre weniger Wasserdunst enthalte, als sie aufzunehmen im Stande ist. Ueber den Einfluss, den der verschiedene Dunstgehalt der Atmosphäre auf die Perspiration äussert, besitze ich zur Zeit noch keine Erfahrung; dagegen suchte ich mich über den Einfluss einer künstlich getrockneten Luft durch eine Beobachtung, die ich in der Tabelle nicht angeführt habe, zu unterrichten. In Versuch IV der Tabelle wurde nämlich gleichzeitig mit der Perspirationsbestimmung des rechten Vorderarmes in normaler Luft, durch eine auf den linken Vorderarm aufgesetzte Kapsel ein durch Schwefelsäure künstlich getrockneter Luftstrom geleitet. Beim Austritte aus der Kapsel passirte dieser Luftstrom zum zweitenmal durch Schwefelsäure. Die Gewichtszunahme der letzteren betrug bei einer Ventilation von 6.94 Litern in der Stunde 0.0374 Grmm. Die Perspiration in normaler Luft

hatte dagegen bloss 0.0209 Grmm. geliefert. Bei dem eben angeführten Versuche mit trockener Luft konnte möglicherweise wasserhaltige Aussenluft unter dem Kapselrande eingedrungen und mit dem abgeleiteten Strome in die Schwefelsäure gelangt sein; es sind daher noch weitere Versuche in dieser Richtung anzustellen. Namentlich bleibt noch der Einfluss, den eine trockene Luft von höheren Temperaturgraden auf die Perspiration ausübt, zu messen übrig, denn der obige Versuch wurde bei einer verhältnissmässig niedrigen Temperatur von circa 17° C. angestellt. Ich zweifle nicht daran, dass durch eine Kombination von Wärme, Trockenheit und Bewegung der Luft das Maass der normalen Perspiration leicht um das Mehrfache gesteigert werden könne. Bestätigt sich diese Voraussetzung in weiteren Versuchen, so wäre auch in therapeutischer Hinsicht etwas gewonnen, insoferne dadurch ein neuer Weg für die Ausführung der diaphoretischen Heilmethode, deren Indicationen da und dort gegeben sind, angebahnt würde. Ueberhaupt hat das Gebiet der Pathologie und Therapie von einem genauen Studium der Perspirationsverhältnisse noch manche Bereicherung zu erwarten.

Ich habe diese Arbeit in dem Laboratorium von Prof. Voit ausgeführt, dem ich für seine Unterstützung und Beihülfe meinen Dank sage.

Ueber die Ausscheidung von Ammoniak durch die Lungen.

Von

Dr. M. Bachl.

(Auszug aus dessen Inaugural-Dissertation, München 1868.)

Der für die Wissenschaft zu früh verstorbene Thiry[1]) hatte einen höchst interessanten Versuch gemacht, der mit Sicherheit die Existenz von Ammoniak in der Ausathemluft darzuthun schien, um so mehr, als dabei die Mundhöhle, in der am leichtesten Gelegenheit für Fäulniss gegeben ist, ausgeschlossen war. Thiry führte bei Kaninchen in die geöffnete Trachea ein Röhrchen ein, welches er mit einem Apparate verband, der durch ein geeignetes sehr leicht gehendes Klappenventil von Ammoniak vorher befreite Luft einathmen und alle Ausathmungsluft, nachdem sie vorher ihrer Kohlensäure beraubt war, durch das Nessler'sche Reagens gehen liess; er erhielt so nach 20 Minuten in letzterem einen deutlichen Niederschlag.

Das Ergebniss dieses Versuches war ein sehr auffallendes; wenn es so leicht ist, das Ammoniak qualitativ im Athem nachzuweisen, so sollte man doch meinen, dass es auch gelingen müsse, quantitativ berücksichtigenswerthe Mengen zu finden. Diess ist aber, wie alle Forscher übereinstimmend angeben, nicht möglich.

Thompson, Reuling, Regnault und Reiset, Pettenkofer und Voit, Grouven und Lossen erhielten bei Menschen und Thieren nur so geringe Spuren, dass es sich frägt, ob man sie als aus den normal vor sich gehenden Zersetzungen im Körper

1) Thiry, Zeitschrift f. rat. Med. 1863, 3. R., Bd. 17, S. 166.

stammend betrachten soll, oder nur als zufällige Ausscheidungen, herrührend von einer Ammoniakentwicklung aus sich in der Mundhöhle zersetzenden Speiseresten und dem fauligen Inhalt cariöser Zähne, oder einer Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak unter dem Contakte der erwärmten und feuchten Luft mit dem Stickstoff derselben.

Allen solchen Annahmen stand aber das Experiment von Thiry entgegen, das in allen Fällen und so leicht Ammoniak nachweisen liess und frei von jedem Einwurfe schien. Herr Prof. Voit hatte diese Versuche an Kaninchen und Katzen wiederholt und das von Thiry erhaltene Ergebniss vollkommen bestätigt gefunden; dasselbe geben auch Kühne und Strauch[1]) an, die mit Hunden operirten; auch ihnen war das Ergebniss des Thiry'schen Versuches ein auffallendes; denn sie sagen wörtlich: „obgleich nun das normale Blut nicht einmal so kleine Mengen kohlensauren Ammoniaks — 0.0001⁰/₀ — enthält, so wird aus demselben dennoch durch die Lungen Ammoniak ausgeschieden; wir betonen die Thatsache um so mehr, als sie vor der Hand nach den Untersuchungen über den Ammoniakgehalt des Blutes räthselhaft erscheinen muss." Herr Prof. Voit[2]) bemerkte aber gleich bei seinen ersten Versuchen manche auffallende Unregelmässigkeiten, deren Ursache er vorerst nicht zu ergründen vermochte. Ich habe es übernommen, unter seiner Leitung die Sache genau zu untersuchen und ich gehe dazu über, über die Resultate, welche ich dabei erhalten habe, zu berichten.

Der Apparat, welchen ich benützte, war folgender Maassen zusammengestellt. Die Trachea des Thieres war durch ein gabelig getheiltes Glasrohr mit zwei entgegengesetzt gestellten neueren Pettenkofer'schen Quecksilberventilen verbunden, von denen das eine nur den Zutritt, das andere nur den Austritt der Luft gestattete und zwar bei richtiger Neigung der Ventile so leicht, dass die Thiere ohne merklichen Widerstand mehrere Stunden darüber athmeten. Das Inspirationsventil war mit einer mit Glasperlen gefüllten und mit concentrirter Schwefelsäure benetzten Röhre in Ver-

1) Kühne und Strauch, Centralbl. für die medizin. Wissensch. 1862. Nr. 37, S. 578.

2) Voit, Ztschr. f. Biologie 1865, Bd. I, S. 210.

bindung, welche das in der zutretenden Luft befindliche Ammoniak absorbiren sollte. Mit dem Exspirations-Ventil war bei den ersten Versuchen ein ähnliches, aber mit Kalilauge benetztes Perlenrohr verbunden, bei den späteren wurden statt des Perlenrohres mit Kalilauge zwei U-förmig gebogene mit frisch gegossenen Kalistückchen gefüllte Röhren angefügt, an welche sich die mit dem Nessler'schen Reagens gefüllte Röhre anschloss. Diese bestand wie die Perlenrohre aus einem horizontalen Mittelstücke mit zwei aufwärts gebogenen Endstücken; durch ein mittelst eines Stopfen befestigtes Glasröhrchen, das eben in's Reagens eintauchte, wurde die ausgeathmete Luft zugeleitet. Wenn wir ein Kaninchen oder eine Katze durch diesen Apparat athmen liessen, so beobachteten wir nach wenigen Minuten an dem Zuleitungsröhrchen stets die ersten Zeichen der Reaktion. Es bildete sich im Innern desselben, an der Stelle, bis zu welcher das Reagens hinaufdrang, ein anfangs weisser, dann braunrother Ring, der sich in der ersten Zeit noch ablöste, dann aber fest haftete; später trübte sich das Reagens, es ward opalescirend, dann milchig trübe und endlich entstand der für die Gegenwart von Ammoniak charakteristische braunrothe flockige Niederschlag.

Ich habe nun zunächst den Apparat geprüft, ob er keine Ammoniakquelle enthält und ich habe zu dem Zwecke mittelst eines Gasometers ammoniakfreie Luft durch denselben gedrückt und zwar in einer ähnlichen Menge, wie sie vom athmenden Thier gewechselt wird. In wenigen Minuten begann aber, wie wenn ein Kaninchen oder eine Katze eingeschaltet worden wäre, die Reaktion: es zeigte sich der braune Ring am Röhrchen, dann die milchige Trübung in der Flüssigkeit und zuletzt nach etwa $^1/_4$ Stunde der braune flockige Niederschlag. Wir hatten zuerst Verdacht auf die Kautschukröhren, wir ersetzten sie daher, so gut es ging, mit Glasröhren, ohne eine Aenderung am Resultate zu erreichen, zuletzt liessen wir die Röhre mit der Kalilauge weg, was man bei dem geringen Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure, die in 20 Minuten die alkalische Reaktion des Nessler'schen Reagens nicht änderte und dieses desshalb auch nicht weniger empfindlich machte, sehr wohl thun konnte, und siehe da, nun blieb die Reaktion aus; es zeigte sich nicht einmal eine Spur eines Ringes am Röhrchen.

Die Kalilauge war also eine Quelle von Ammoniak und man wird gleich an salpetrigsaures Ammoniak denken, von dem man weiss, dass es beinahe in jedem Kali vorkömmt. Bei der Bereitung des Reagens erhält man daher auch immer einen Niederschlag, der abfiltrirt werden muss. Das salpetrigsaure Ammoniak wird um so leichter abgegeben, je stärker der Luftstrom ist und je mehr das Kali Wasser aufgenommen hat. Kühne und Strauch haben, wie es scheint, mit diesem Uebelstande ebenfalls gekämpft, denn sie geben ausdrücklich an, nur festes Kali in Stückchen, von dem sie sich zuerst überzeugten, dass es kein Ammoniak enthalte, verwendet zu haben. Sie geben aber nicht an, wie sie sich davon überzeugt und ob sie vor dem endgiltigen Versuche mit dem Thiere wasserhaltige Luft in derselben Menge, wie sie das Thier athmet, über das Kali und das Nessler'sche Reagens hatten streichen lassen. Es wäre auch möglich gewesen, dass das salpetrigsaure Ammoniak erst entsteht bei der Berührung der stickstoff- und wasserhaltigen Luft mit dem Kali; dies war aber in unserem Apparate nicht der Fall. Zur Prüfung stellten wir 2 Versuche an; wir erwärmten zuerst die Kalilauge, um einen solchen Prozess zu begünstigen, konnten aber keine Aenderung beobachten; dann schickten wir statt der atmosphärischen Luft reines Wasserstoffgas hindurch, ohne dadurch die Reaktion zu verhindern. Diese und die folgenden Versuche zeigen zur Genüge, dass das Ammoniak nicht erst erzeugt wird, sondern im Kali schon vorhanden ist.

Ich suchte zuerst die Kalilauge durch Barytwasser zu ersetzen, aber ohne Erfolg. Ich machte daher den Versuch mit dem Thier ohne vorherige Absorption der Kohlensäure, indem ich viel Nessler'sches Reagens vorsetzte, genügend, um binnen einer halben Stunde das kaustische Alkali nur zum Theile abzustumpfen und die Empfindlichkeit nicht merklich zu schwächen, d. h. ich verwendete das von Ammoniak freie Reagens selbst zur Wegnahme der Kohlensäure. Ich bereitete mir eine verdünnte Ammoniaklösung, welche in das Nessler'sche Reagens getropft eben eine gelbe Färbung hervorbrachte; dann liess ich das Thier durch das Reagens athmen und prüfte am Ende wieder, ob die Empfindlichkeit die gleiche war. Obgleich nun ein Kater während 20 Minuten durch das

Nessler'sche. Reagens exspirirte, so war doch keine Spur von Trübung in letzterem zu bemerken; dasselbe blieb vollkommen rein und reagirte zuletzt auf die Probeflüssigkeit so gut wie ungebrauchtes.

Um aber allen Zweifel schwinden zu lassen, verwendete ich noch reines, ganz frisch gegossenes Kali in zwei grossen U-förmig gebogenen Röhren zur Absorption der Kohlensäure der Athemluft. Ich leitete nahezu eine Stunde in raschem Strome Luft darüber, ohne eine Bräunung im Reagens zu bewirken und hier war dann auch bei Einschaltung des Thieres nicht die geringste Trübung zu bemerken; sobald die früher gebrauchte Kalilauge angewendet wurde, trat alsbald in der nämlichen Probe des Nessler'schen Reagens die bekannte Reaktion auf. Herr Prof. Voit hat in den letzten Jahren mehrmals den Versuch auf gleiche Weise wiederholt und obwohl das Thier öfter eine Stunde durch das Reagens athmete, keine Reaktion erhalten. Dieses negative Resultat beseitigt wohl alle Zweifel; es ist nicht möglich, bei sorgfältigem Ausschlusse jeder Ammoniakquelle im Athem eines normalen Thieres nach Anlegung einer Tracheafistel durch den Thiry'schen Versuch Ammoniak nachzuweisen. Somit wäre der Widerspruch des Thiry'schen Versuches mit dem jedenfalls nur ausserordentlich geringfügigen Gehalt des Blutes an Ammoniak und mit den quantitativen Bestimmungen des Ammoniaks in der Gesammtathemluft des Menschen und der Thiere ausgeglichen. Damit soll nicht gesagt sein, dass überhaupt keine Spur Ammoniak im Athem vorkommt, nur ist diese so gering, dass sie bis jetzt der sicheren Beobachtung sich entzieht; sollte es gelingen, auf andere Weise Ammoniak darzuthun, so handelt es sich jedenfalls nur um minimale Mengen, von denen erst gezeigt werden muss, dass sie nicht zufällige Beimischungen sind, oder von einem Ammoniakgehalt der eingeführten Nahrung oder einer Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak herrühren, ehe man sie mit den normalen Zersetzungsprozessen im Organismus in Zusammenhang bringt. Auf jeden Fall sind die Mengen so kleine, dass sie bei der Stoffwechselbilanz nicht in Berechnung gebracht werden können.

Ueber die quantitative Bestimmung der Harnsäure im menschlichen Harne mittelst Salzsäure.

Von

Dr. B. H. Stadion

aus St. Petersburg.

Vor einigen Jahren hat Zabelin[1]) eine Arbeit veröffentlicht, in der er zu zeigen versuchte, dass die Bestimmung der Harnsäure im Harn durch Fällung mit Salzsäure desshalb nicht genau ist, weil eine gewisse Menge von Harnsäure theils in der sauren Flüssigkeit gelöst bleibt, theils sich im Waschwasser löst. Da sich von reiner Harnsäure in gleichen Flüssigkeitsmengen immer gleiche Quantitäten auflösen, nämlich in 100 CC. Wasser 4.5 Mgr., so folgerte er, dass der prozentige Fehler um so grösser ausfällt, je geringer die Menge der Harnsäure ist und dass er bei den im Harn vorkommenden Grössen bis zu 20% betragen kann. Er schlug daher vor, für je 100 CC. Filtrat 4.5 Mgr. Harnsäure hinzu zu rechnen, um das Resultat der Analyse genau zu machen.

Gegen diese Abhandlung von Zabelin kamen von zwei Seiten Reklamationen.

Zunächst von Neubauer[2]), der auf seine schon im Jahre 1858 erschienene 3. Auflage seiner „Anleitung zur Analyse des Harns für Mediziner und Pharmazeuten" hinweist, in welcher S. 180 und S. 323 bereits ganz dasselbe gesagt und ausgeführt sei, was Zabelin durch seine Analyse bezweckte; er betont: „man sollte, ehe man an die Bearbeitung einer analytischen Methode geht, doch zunächst in der Literatur, wenigstens den analytischen Werken,

1) Zabelin, Annalen der Chem. u. Pharm. 1863. II. Suppl. Bd. S. 313.

2) Neubauer, Zeitschrift f. analyt. Chem. 1863. II. Jahrg. S. 447.

nachsehen, was bereits über dieselbe vorhanden" und: „es sei nicht anzunehmen, dass eine so einfache und leicht ausführbare Correktur überall, wie in München, übersehen wurde." Allerdings hat Zabelin diese Angaben nicht gekannt; es wäre ihm gewiss nur angenehm gewesen, wenn er davon gewusst hätte, denn es wäre ihm dann die höchst langweilige Eruirung der Grösse des Fehlers erspart geblieben, die nur unternommen worden ist, um andere bedeutungsvollere Arbeiten über die Ausscheidung der Harnsäure fortführen zu können. Zur Entschuldigung für dieses unliebe Uebersehen kann vielleicht dienen, dass man in einer Anleitung zur Analyse des Harns für Mediziner und Pharmazeuten keine Originalien sucht und dass wohl aus diesem Grunde die von Neubauer vorgeschlagene Correktur meines Wissens überall übersehen, wenigstens von keiner Seite benützt worden ist. Wie leicht einem aber etwas der Art begegnet, wird Neubauer zugeben, denn er war in Wiesbaden über die Arbeiten seiner Vorgänger in dem nämlichen Thema ebenfalls nicht gehörig unterrichtet.

Zu gleicher Zeit mit Neubauer meldete sich nämlich auch Heintz[1]) und that dar, dass er schon im Jahre 1846[2]) Versuche der Art gemacht habe wie Zabelin. Keinesfalls ist also die Neubauer'sche Bestimmung nur in München unbekannt geblieben, sonst hätte Heintz sich wohl schon im Jahre 1858 an eine andere Adresse wenden müssen. Doch so viel steht fest, Heintz hat zuerst Versuche in dieser Richtung angestellt, welche nachwiesen, dass aus dem angesäuerten Harn zugleich mit der Harnsäure annähernd so viel Farbstoff ausfällt, als von letzterer aufgelöst bleibt. Um dies zu zeigen, hatte er eine gewogene Menge Harnsäure in einer Lösung von phosphorsaurem Natron aufgelöst und dazu eine gewisse Quantität kochenden Harns zugesetzt, aus welchem vorher durch Salzsäure die Harnsäure entfernt worden war; er erhielt dabei nicht weniger, sondern mehr Niederschlag, als Harnsäure zugefügt worden war.

---

1) Heintz, Annalen der Chem. u. Pharm. 1864. Bd. 54. S. 179.

2) Heintz, Müll. Arch. 1846. S. 383 u. Poggend. Annal. 1847. Bd. 70. S. 122.

In seiner neueren Arbeit sagt Heintz, dass gegen seine ersten Versuche mancherlei Einwände gemacht werden könnten, namentlich die Zurückhaltung von Natron im Harnsäuresediment und die reichlichere Ausfällung von Farbstoff bei dem Kochen des durch Salzsäure stark sauer gemachten Harns. Um dies zu vermeiden, versetzt er den Harn mit Salzsäure, lässt 48 Stunden stehen und filtrirt; dann löst er reine Harnsäure in phosphorsaurem Natron auf, fügt eine abgemessene Menge der filtrirten sauren Harnflüssigkeit hinzu und filtrirt nach 48 Stunden. Er sagt mit Recht, wenn die von Zabelin vorgeschlagene Correktion für den Harn anwendbar wäre, so müsste man für je 100 CC. des Filtrats (nach Abzug der mit Harnsäure gesättigten sauren Harnflüssigkeit) 4.5 Mgr. Harnsäure weniger bekommen, dagegen müsste, wenn der anhaftende Farbstoff den durch die Löslichkeit der Harnsäure veranlassten Fehler compensirt, das Gewicht der nachher erhaltenen Harnsäure sich nicht wesentlich ändern. Er mischte nun 100 CC. saures Harnfiltrat mit 100 CC. Harnsäurelösung und erhielt:

	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Filtrat in CC.	Soll nach Zabelin
1.	0.0670	0.0661	134	0.0721
2.	0.0680	0.0674	135	0.0735
3.	0.0647	0.0632	138	0.0694

Bei Anwendung der Zabelin'schen Correktur fiele also der Fehler grösser (+ 7.7%) aus, als ohne dieselbe (— 1.5%). Wenn man in Rücksicht nimmt, was von der Flüssigkeit an Harnsäure gelöst wird, so giebt das Plus die Menge des mit niedergeschlagenen Farbstoffs; man bekömmt so für:

1. 0.0051 Farbstoff = 7.6 %
2. 0.0055 „ = 8.1 „
3. 0.0047 „ = 7.3 „

Heintz glaubt nicht, dass die angegebenen Versuche gerade das mittlere Maass des mit der Harnsäure ausfallenden Farbstoffs angeben, da durch den Zusatz der Salzsäure zum ursprünglichen Harn wohl schon ein Theil des Farbstoffs entfernt werde und mög-

lichst heller Morgenharn angewendet worden sei; da aber die aus dunklem Harn erhaltene Harnsäure auffallend stärker gefärbt ist, so seien seine Zahlen Minima und der wirkliche Fehler fiele meist noch grösser aus. Er schlug schliesslich vor, zur möglichst genauen Bestimmung der Harnsäure stets 200 CC. Harn zu nehmen, auf Filter von $1 - 1^1/_8$ Zoll Halbmesser zu filtriren, mit 30 CC. Wasser auszuwaschen, und nur bei einer grössern Menge Waschwasser nach Zabelin zu corrigiren.

Ich bin weit entfernt davon, an der Richtigkeit der Resultate eines so zuverlässigen Analytikers, wie Heintz es ist, zu zweifeln; ich habe seine Versuche auf den Vorschlag von Prof. Voit nur desshalb wieder aufgenommen, um nähere Aufschlüsse über die Grösse der Schwankungen des von ihm erkannten Fehlers unter verschiedenen Bedingungen zu erhalten und den Grad der Genauigkeit der Harnsäurbestimmung besser beurtheilen zu lernen.

Es erscheint von vornherein unmöglich, dass unter allen Umständen ebensoviel Farbstoff mit ausfällt, als Harnsäure in der Flüssigkeit gelöst ist; nimmt man stets 200 CC. Harn, so bleiben darin gleiche Mengen Harnsäure aufgelöst, aber man kann nicht voraussetzen, dass die Mengen des mit ungleichen Quantitäten Harnsäure aus hellem und dunklem Harn niederfallenden Farbstoffs immer gleich gross sind. Wenn der Harn sehr verdünnt ist, wie z. B. beim Diabetes, so fällt häufig nach dem Zusatz der Harnsäure auch nicht ein einziger Krystall von Harnsäure heraus, obwohl dieselbe im Harn enthalten ist.

Es wurden 6 Portionen desselben sehr concentrirten dunklen Harns, je 200 CC. betragend, genommen, 2 wurden gleich mit Salzsäure (10 CC.) versetzt, 2 weitere vorher mit 200 CC. Wasser verdünnt, die 2 letzten endlich mit 400 CC.; schliesslich wurde nach 36 Stunden die Harnsäure filtrirt und mit 30 CC. Wasser ausgewaschen. Die Menge der Harnsäure ist in allen Fällen die gleiche, nur ist die Lösung derselben ungleich concentrirt; wenn also immer gleichviel Farbstoff ausfällt, als Harnsäure im Wasser sich löst, so hätte in den 3 Beispielen die Menge der Harnsäure die gleiche sein, d. h. aus dem verdünnten Harn mehr Farbstoff niederfallen müssen. Es wurde an Harnsäure erhalten:

200 CC. Harn		0.1266	0.1262
200 „ Harn		0.1258	
200 „ Harn	200 „ Wasser	0.1044	0.1019
200 „ Harn	200 „ Wasser	0.0995	
200 „ Harn	400 „ Wasser	0.0837	0.0805
200 „ Harn	400 „ Wasser	0.0774	

Man kann nun berechnen, wie viel das zugesetzte Wasser Harnsäure löst und dies mit dem Minus an Harnsäure bei der Verdünnung vergleichen:

	Harnsäure löslich in HO	Harnsäure weniger erhalten	Differenz
in 200 CC. Wasser . .	0.0090	0.0243	— 0.0153 = 12 %
in 400 CC. Wasser . .	0.0180	0.0457	— 0.0277 = 22 %

Aus dem mit Wasser verdünnten Harn fiel also weniger Farbstoff aus.

In einem andern Versuche der Art habe ich eine grössere Menge Harn mit Salzsäure ausgefällt und dann zu abgemessenen Quantitäten des Filtrats, welche mit Wasser auf verschiedene Weise verdünnt worden waren, Lösungen von reiner Harnsäure zugefügt. Der Niederschlag der Harnsäure wurde, wie auch bei allen folgenden Versuchen, wenn es nicht anders bemerkt ist, mit 30 CC. Wasser ausgewaschen.

	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Harnsäure in HO löslich	Darnach corrigirte Differenz
200 Harn . .	0.1946	0.2027	+ 0.0081	—	+ 0.0081
200 Harn . .	0.1987	0.2076	+ 0.0089	—	+ 0.0089
100 Harn . . / 100 Wasser .	0.1980	0:2036	+ 0.0056	0.0045	+ 0.0101
100 Harn . . / 100 Wasser .	0.1998	0.2046	+ 0.0048	0.0045	+ 0.0093
50 Harn . . / 150 Wasser .	0.2007	0.1992	— 0.0015	0.0068	+ 0.0053
50 Harn . . / 150 Wasser .	0.1998	0.1991	— 0.0007	0.0068	+ 0.0061

Die Abnahme des Farbstoffs wird darnach erst bei stärkerer Verdünnung merklich; im Mittel findet sich auf 0.1986 Harnsäure ein Plus von 0.0080 Farbstoff = 4.0 %.

Es frägt sich ferner, ob von der mit Farbstoff verunreinigten Harnsäure von 100 CC. Wasser auch 4.5 Mgr. gelöst werden, wie von der reinen. Ich habe zu dem Zwecke zu je 200 CC. mittelst Salzsäure von Harnsäure befreiten sehr tingirten Harns nahezu gleiche Mengen von Harnsäure in Lösung zugefügt, 72 Stunden stehen lassen und mit verschiedenen Wassermengen ausgewaschen.

Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Waschwasser in CC.	Harnsäure Differenz	Mittlere Differenz
0.1946	0.2330	30	+ 0.0384	0.0387
0.1979	0.2374	30	+ 0.0395	
0.1935	0.2270	90	+ 0.0335	0.0319
0.1922	0.2215	90	+ 0.0293	
0.1951	0.2185	180	+ 0.0234	0.0226
0.1938	0.2157	180	+ 0.0219	

60 CC. Wasser lösen 0.0027 reine Harnsäure, von der unreinen aber 0.0068; 150 CC. Wasser lösen 0.0067 reine Harnsäure und 0.0161 unreine. 100 CC. Wasser nehmen also im Mittel nicht 4.5 Mgr., sondern 11.0 Mgr. unreine Harnsäure auf. Das Plus ist sicherlich Farbstoff, der zugleich mit der Harnsäure vom Waschwasser aufgelöst wird. Man darf demnach für die unreine Harnsäure nicht die gleiche Correktur für die Löslichkeit in Wasser gebrauchen, wie für die reine.

Ich lasse nun die Versuche folgen, welche gemacht wurden, um die mit der Harnsäure unter verschiedenen Umständen gefällte Farbstoffmenge zu bestimmen.

Ich ermittelte zunächst in 100 CC. frischen Harn's den Gehalt an Harnsäure, fügte zu einer andern Portion gelöste Harnsäure zu und sah, wieviel ich nach Abzug der schon ursprünglich im Harn vorhandenen durch Fällen mit Salzsäure wieder erhielt.

	Harnsäure im Harn	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Differenz in %
1.	0.0500	0.2823	0.3318	— 0.0005	0.2
2.	0.0526	0.1685	0.2327	+ 0.0116	5.2
3.	0.0776	0.2258	0.3093	+ 0.0059	1.9
4.	0.0648 } 0.0641	0.1279	0.1996	+ 0.0076	4.0 } 3.3
	0.0655	0.1358	0.2048	+ 0.0049	2.5
	0.0639	0.1282	0.1986	+ 0.0063	3.3
	0.0622	0.1392	0.2101	+ 0.0068	3.3

Bei diesen 4 Beispielen wurde frischer Harn mit bekanntem Harnsäuregehalt angewendet und nicht vorher mit Salzsäure ausgefällter, wie bei dem Verfahren von Heintz, und doch wurde nicht weniger Harnsäure erhalten, wie bei Zabelin vorausgesetzt wurde, sondern sogar ein nicht unansehnliches Plus. In Beispiel Nr. 4 sind 4 Versuche am gleichen Harn ausgeführt worden, um zu sehen, wie weit genau die Bestimmungen angestellt werden können. Das erhaltene Resultat ist nicht im Widerspruch mit den Angaben von Heintz, denn dieser hat einen sehr hellen Harn analysirt und mit viel mehr Wasser ausgewaschen.

Wenn man die Harnsäure vorerst durch Salzsäure aus dem Harne entfernt, bekömmt man nach dem Zusatz einer bekannten Harnsäuremenge zu 100 CC. Filtrat in den meisten Fällen ebenfalls mehr. Ich führe einige Beispiele an:

	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Differenz in %
1.	0.1307	0.1298	— 0.0009	0.7
	0.2193	0.2204	+ 0.0011	0.5
2.	0.1455	0.1526	+ 0.0071	4.9
	0.4035	0.4149	+ 0.0114	2.8

Hier und in den folgenden Fällen wurde der Niederschlag stets mit 30 CC. Wasser gewaschen; ich bringe die kleine Menge des dadurch Gelösten nicht in Rechnung, da es nur bei ganz geringen Mengen der vorhandenen Harnsäure von Bedeutung wird. Es scheint nach diesen Analysen, dass mit mehr Harnsäure auch etwas mehr Farbstoff niederfällt.

Ich suchte nun durch eigens zu dem Zweck angestellte Versuche zu entscheiden, ob aus demselben Harn mit mehr Harnsäure mehr Farbstoff niedergerissen wird, oder ob die Farbstoffmenge immer die gleiche bleibt.

Ich habe in einem ersten Falle den Harn vorher mit Salzsäure ausgefällt, und zu 200 CC. des Filtrats verschiedene Mengen Harnsäure zugegeben. In der letzten Columne ist die $^0/_0$ Differenz unter Berücksichtigung der im Wasser gelösten Harnsäure- und Farbstoffmengen (100 CC. HO = 11 Mgr.) berechnet.

Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Differenz in $^0/_0$
0.0940	0.1048	+ 0.0108	14
0.0994	0.1102	+ 0.0108	
0.1957	0.2108	+ 0.0151	9
0.2033	0.2188	+ 0.0155	

In einem zweiten Falle setzte ich die Harnsäurelösung zu 200 CC. frischen Harn's zu, dessen Gehalt an Harnsäure ermittelt war.

Harnsäure im Harn	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Differenz in $^0/_0$	
0.0629, 0.0588 (0.0608)	0.0204	0.0815	+ 0.0003	1.5	18
—	0.0464	0.1110	+ 0.0039	6.3	13
—	0.0480	0.1110	+ 0.0022		
—	0.1040	0.1731	+ 0.0083	8.2	11
—	0.1090	0.1792	+ 0.0094		
—	0.1908	0.2644	+ 0.0128	7.9	9
—	0.2016	0.2806	+ 0.0182		
—	0.3950	0.4760	+ 0.0202	4.7	5
—	0.3993	0.4781	+ 0.0180		

Mit einer kleineren Menge von Harnsäure fällt also absolut weniger Farbstoff nieder, wie mit einer grösseren; auf gleiche Mengen berechnet ist aber die Verunreinigung mit Farbstoff nicht gleich gross, sondern sie ist bei einer geringern Harnsäuremenge relativ grösser. Dies drückt sich zwar in den obigen Zahlen nicht sofort deutlich aus, es ist aber zu bemerken, dass das Waschwasser immer gleiche

Mengen auflöst, welche daher bei geringeren Harnsäuremengen einen ungleich grösseren Bruchtheil des Ganzen ausmachen; berücksichtigt man, dass 30 CC. Wasser 3.3 Mgr. aufnehmen, so erhält man die in der letzten Spalte verzeichneten Werthe für den Farbstoff, die das Gesagte deutlich nachweisen.

Man könnte nun allenfalls daraus nach der im Harn gefundenen Harnsäuremenge das Plus von Harnfarbstoff berechnen und für 30 CC. des Waschwassers etwa 3.3 Mgr. als gelöst in Anschlag bringen, wenn nicht noch ein anderer Einfluss möglich wäre, nämlich der der ungleichen Farbstoffmenge. Man sollte denken, dass aus einem dunkleren Harn mehr Farbstoff mit ausfällt, als aus einem helleren. Ich habe nun auch hierüber mehrere Bestimmungen in zuvor mit Salzsäure ausgefällten Harnen gemacht.

Sehr dunkle Harne.

	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Differenz in %	
1.	0.0674	0.0718	+ 0.0044	6.5	11
	0.5391	0.5736	+ 0.0345	6.4	7
2.	0.0953	0.0984	+ 0.0031	2.6	6
	0.0991	0.1008	+ 0.0017		
	0.1893	0.2026	+ 0.0133	7.9	9
	0.1897	0.2065	+ 0.0168		
3.	0.0410	0.0429	+ 0.0019	5.1	13
	0.0428	0.0452	+ 0.0024		
	0.0858	0.0960	+ 0.0102	11.7	15
	0.0949	0.1059	+ 0.0110		
	0.1915	0.2082	+ 0.0167	8.4	10
	0.1971	0.2132	+ 0.0161		

Bei sehr dunklen Harnen beträgt darnach bei kleinen Harnsäurequantitäten der niederfallende Farbstoff weniger, als bei grösseren, relativ aber nimmt er in den meisten Fällen bei den geringeren Quantitäten zu, und zwar ist nach Berücksichtigung des durch das Waschwasser Aufgelösten die Menge des Farbstoffs nicht wesentlich anders, als die bei mittleren Harnen.

Sehr helle Harne:

	Harnsäure zugefügt	Harnsäure erhalten	Differenz	Differenz in %	
1.	0.0506	0.0565	+ 0.0059	11.6	18
	0.4741	0.4839	+ 0.0098	2.1	3
2.	0.0462	0.0580	+ 0.0118	23.8	31
	0.0472	0.0577	+ 0.0105		
	0.0866	0.0985	+ 0.0119	12.3	16
	0.1045	0.1162	+ 0.0117		
	0.1906	0.2035	+ 0.0129	7.0	9
	0.1922	0.2064	+ 0.0142		
3.	0.0438	0.0609	+ 0.0171	37.2	44
	0.0457	0.0619	+ 0.0162		
	0.0904	0.1096	+ 0.0192	20.7	24
	0.0926	0.1114	+ 0.0188		
	0.1849	0.2062	+ 0.0213	10.8	12
	0.1988	0.2188	+ 0.0200		

Hier tritt uns ein eigenthümliches Verhalten der hellen Harne entgegen; wenn zwar auch im Allgemeinen wiederum mit weniger Harnsäure absolut weniger Farbstoff ausfällt, relativ aber mehr, so ist die Menge des Farbstoffs doch nicht kleiner, wie bei den dunklen Harnen, sondern meistentheils sogar etwas grösser. Worin dies liegt und ob das Plus wirklich in Farbstoff besteht, bin ich vorläufig nicht im Stande anzugeben.

Man könnte nach diesen Analysen jetzt wohl versuchen, eine Correktur für die Harnsäurebestimmung anzubringen; man müsste zuerst die Menge des Farbstoffs in Rechnung bringen, etwa nach folgendem Schema:

für	0.02	Harnsäure	=	0.0036	Farbstoff
„	0.04	„	=	0.0056	„
„	0.06	„	=	0.0075	„
„	0.10	„	=	0.0110	„
„	0.15	„	=	0.0150	„
„	0.20	„	=	0.0180	„
„	0.25	„	=	0.0200	„
„	0.30	„	=	0.0200	„
„	0.35	„	=	0.0200	„
„	0.40	„	=	0.0200	„

Nach Abzug der Farbstoffmenge müsste man dann für 100 CC. Flüssigkeit 11 Mgr. hinzuaddiren.

Man hätte daran denken können, den Harnfarbstoff ganz zu entfernen, z. B. durch Alkohol, und dann die Correktion für die Löslichkeit der reinen Harnsäure in Wasser zu machen. Es ist allerdings richtig, dass nach dem völligen Auswaschen der unreinen Harnsäure mit Wasser beim Aufgiessen von Alkohol das Filtrat sich ziemlich stark färbt, jedoch fällt für gewöhnlich dies nicht in's Gewicht, denn bei vergleichenden Versuchen habe ich keinen Unterschied in der Harnsäuremenge bemerkt, ob nur mit Wasser oder nachträglich auch mit Alkohol gewaschen wurde; nur bei ikterischem Harn, aus dem durch Salzsäure eine bedeutende Menge Gallenfarbstoff sich ausscheidet, muss nachher die Behandlung mit Alkohol stattfinden. Die Färbung des Harnsäurepulvers nimmt auch durch den Alkohol nicht wesentlich ab, nur das im Filter imbibirte Pigment verschwindet; letzteres beträgt aber nach meinen Bestimmungen, bei denen ich 100 CC. des sauren Harnfiltrats durch gewogene Filter filtrirt hatte, höchstens 2 Mgr. Wir müssen bedenken, dass wir es nach dem Zusatz der Salzsäure nicht mehr mit dem reinen Harnfarbstoff, sondern mit einem in Alkohol unlöslichen Zersetzungsprodukt desselben zu thun haben. Wesentlich ist, die Mischung nicht zu lange stehen zu lassen, höchstens 36 Stunden, da sie immer dunkler wird und immer mehr Farbstoff sich ablagert. Ich gestehe, mir ist es unerklärlich geblieben, dass so viel Farbstoff sich im Harnsäureniederschlag befinden soll. Ich habe deshalb auch einmal eine Stickstoffbestimmung der unreinen Harnsäure gemacht und statt 33.33 %, wie in reiner Harnsäure, 33.24 % gefunden; nehmen wir an, der Farbstoff enthalte selbst 15 % Stickstoff, so wären nur 0.5 % Farbstoff darin enthalten gewesen.

Wenn man sauer reagirenden Harn sich selbst überlässt, so fällt nach einiger Zeit ein Sediment von Harnsäure heraus, das wohl auch gefärbt ist, aber in einer nur wenig veränderten Harnflüssigkeit sich befindet. Nach 48 Stunden hat sich nach den Beobachtungen von Prof. Voit meist alle Harnsäure auf diese Weise abgesetzt. Obiger Harn, welcher in 100 CC. im Mittel aus 4 Ana-

lysen mit Salzsäure 0.0641 Grmm. Harnsäure gab, lieferte bei der freiwilligen Sedimentbildung in 72 Stunden 0.0588 Grmm. einer schön krystallisirten wenig gefärbten Harnsäure. Prof. Voit hat bemerkt, dass bei einem Zusatz von etwas reinem Harnsäurepulver und öfterem Aufrühren die Fällung der im Harn befindlichen Harnsäure vollständig vor sich geht, so dass nachher im Filtrat mit Salzsäure keine Spur davon mehr zu erhalten ist.

Er fand:

Harnsäure im Harn	Harnsäure zugefügt	Summe	Harnsäure erhalten	Differenz
0.0285	0.1987	0.2272	0.2207	— 0.0065
0.0776	0.1912	0.2688	0.2665	— 0.0023
{0.0193	0.1493	0.1690	0.1696	+ 0.0006
{0.0201	0.2607	0.2804	0.2811	+ 0.0007
{0.0655	6.1049	0.1701	0.1745	+ 0.0044
{0.0649	0.2053	0.2705	0.2760	+ 0.0055

Reine Harnsäure zu mit Salzsäure ausgefälltem Harnfiltrat gesetzt, nimmt häufig keinen Farbstoff auf, denn von 0.1696 Grmm. reiner Harnsäure erhielt Prof. Voit 0.1689 Grmm. wieder, von 0.2091 Grmm. erhielt er 0.2077 Grmm. Ebenso war es, wenn er die Harnsäure des Harns zuerst freiwillig unter Harnsäurezusatz ausfällen liess und dann Harnsäurepulver zum Filtrat zufügte: von 0.1418 Grmm. kamen 0.1415 Grmm., von 0.3264 Grmm. kamen 0.3248 Grmm.

Das durch die reine Harnsäure ausfallende Sediment enthält keine harnsauren Salze; 0.2365 Grmm. des Sedimentes gaben mit Schwefelsäure abgeraucht nur 1 Mgr. Rückstand. Dieses Verfahren bot vielleicht die Möglichkeit, die Harnsäure nahezu frei von dem Farbstoff zu erhalten; ich habe es daher weiter verfolgt, aber mich überzeugt, dass das Harnsäurepulver, wenn auch der Harn nicht angesäuert wird, häufig viel Farbstoff aufnimmt. Ich stelle meine in dieser Richtung gemachten Beobachtungen übersichtlich zusammen:

	Harnsäure im Harn	Harnsäure zugefügt	Summe	Harnsäure erhalten	Differenz
1.	0.0160 } 0.0171	0.2000	0.2171	0.2400	+ 0.0229
	0.0182 }	0.1600	0.1771	0.1992	+ 0.0221
	—	0.1200	0.1371	0.1580	+ 0.0209
	—	0.0800	0.0971	0.1180	+ 0.0209
	—	0.0400	0.0571	0.0680	+ 0.0109
2.	0.0210 } 0.0205	0.1000	0.1205	0.1350	+ 0.0145
	0.0200 }	0.1000	0.1205	0.1330	+ 0.0125
3.	0.0250 } 0.0245	0.2000	0.2245	0.2515	+ 0.0270
	0.0240 }	0.1000	0.1245	0.1360	+ 0.0115
	—	0.1000	0.1245	0.1370	+ 0.0125

Es kann nach unsern jetzigen Kenntnissen nicht zweifelhaft sein, dass das Plus durch Harnfarbstoff hervorgebracht wird, denn das Pulver war nicht mehr weiss, sondern pigmentirt mit einem Stich in's Gelbliche oder Ziegelrothe. Die bedeutende Zunahme ist nach den oben mitgetheilten Versuchen von Prof. Voit auffallend. Wir müssen also vorläufig bei der ältern Manier der Fällung mit Salzsäure stehen bleiben, so unsichere Resultate dieselbe auch nach meinen Beobachtungen bietet. Herr Dr. F. Hofmann ist eben mit der Ausarbeitung einer anderen Methode beschäftiget, welche wahrscheinlich zu günstigeren Resultaten führen wird. Sollte dies nicht der Fall sein, so würde ich als Auskunftsmittel vorschlagen, für eine bestimmte Harnsäuremenge nach obigem Schema den Farbstoff abzurechnen und dann für 100 CC. Flüssigkeit mit Waschwasser (30 CC.) 11 Mgr. zuzurechnen; man dürfte auf 200 CC. Harn höchstens 5 CC. Salzsäure zusetzen, die Mischung höchstens 36 Stunden stehen lassen und könnte schliesslich mit etwas Alkohol nachwaschen.

Ueber die Fettbildung im Thierkörper.

Von

Carl Voit.

Nachdem ich mir über die Zersetzung des Eiweisses im thierischen Organismus, so weit als es vorläufig möglich war, Aufschlüsse verschafft und nachdem ich gemeinschaftlich mit Pettenkofer aus die gasförmigen Zersetzungsprodukte in den Kreis der Untersuchung gezogen hatte, drängte sich stets die Frage nach den Stoffen, auch denen im Thierkörper das Fett hervorgeht, in den Vordergrund. Einige Beobachtungen bei den genannten Arbeiten wiesen nämlich darauf hin, dass die jetzt hierüber herrschenden Ansichten wahrscheinlich nicht völlig richtig sind. Es galt die Sache experimentell zu verfolgen und das schon vorliegende Material nach den neuen Gesichtspunkten eingehend kritisch zu prüfen. Ich lege in Folgendem einen Theil meiner Untersuchungen und die Resultate meiner Studien vor, welche wenigstens zeigen werden, welch' bedeutende Lücken in diesem für Wissenschaft und Praxis gleich wichtigen, für ziemlich bekannt gehaltenen Gebiete sich noch finden. Beide führten schliesslich zu einem entscheidenden Versuche, dessen Ergebnisse in einer zweiten Abhandlung mitgetheilt werden sollen, nachdem durch die erste die Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten besprochen worden sind.

Zu einer Zeit, als man mit den Vorgängen im Pflanzen- und Thierleib noch weniger bekannt war, glaubte man, das in den Samen und anderen Theilen der Pflanzen abgelagerte Fett entstehe auf die nämliche, allerdings noch unbekannte Weise, wie das im Thier vorkommende. Späterhin erkannte man immer mehr und mehr, dass die Thiere die Bestandtheile ihres Körpers nicht aus

den Elementen, wie die meisten Pflanzen aufbauen, sondern die denselben constituirenden Stoffe grösstentheils als solche aufnehmen, wie sie durch die Thätigkeit der Pflanze bereitet worden sind. Diese Ansicht, nach welcher der Thierkörper aus den nämlichen Substanzen besteht, die er in der Nahrung erhält, stellte zuerst Beccaria[1]) zu Bologna im Jahre 1742 auf, der ausgezeichnete Prout vertrat sie in England, als die Hauptbestandtheile im Thier und seiner Nahrung die albuminösen, die ölartigen, die zuckerigen und wässerigen bezeichnend und Dumas[2]) hielt sie (1841) in voller Ausdehnung aufrecht.

Speciell die Fette liess man darnach in der Pflanze sich bilden, während die Thiere sie schon fertig aus den ersteren aufnehmen und entweder verbrennen oder mehr oder weniger modificirt ansetzen. Eine Entstehung von Fett aus irgend einer andern Substanz findet also nach dieser Anschauung im Thier nicht statt und es musste darnach der Fettreichthum eines Körpers sich ausschliesslich nach dem Fettreichthum der Nahrung richten. Jedermann erkennt, wie eingreifend das Festhalten an einer solchen Vorstellung für die Landwirthschaft wäre, denn das Ansammeln von Fett bei der Mästung wäre nichts weiter, als eine einfache Uebertragung desselben von einem Organismus auf den anderen.

Das eingehende Studium der Zusammensetzung der Nahrung des Pflanzenfressers, die Kenntniss von den merkwürdigen Uebergängen organischer Stoffe in andere und das Nachdenken über die Rolle der einzelnen Nahrungsbestandtheile führten Liebig (1842) zu der Ueberzeugung, dass die Kohlehydrate der Nahrung einen bedeutenden Einfluss bei der Fettbildung ausüben.

In den Zuckerarten und der Stärke findet sich das nämliche Verhältniss von Kohlenstoff und Wasserstoff wie in den Fetten, dagegen ein grösserer Gehalt an Sauerstoff; es könnte somit aus ersteren durch Austreten von Sauerstoff in irgend einer Form ein Körper hervorgehen, der die Zusammensetzung des Fettes besitzt. Es finden sich in der That für einen solchen Vorgang analoge

---

1) Beccaria, collection académique. T. 10, p. 1.

2) Dumas, leçon sur la statique chimique des êtres organisés, 1841.

Beispiele, welche Liebig für seine Anschauung hervorgehoben hat. Bei der Gährung spaltet sich unter dem Einflusse niederer Organismen ein zusammengesetztes Atom in eine sauerstoffreiche und sauerstoffarme Verbindung; aus dem Zucker tritt bei der Alkoholgährung eine gewisse Quantität von Sauerstoff in der Form von Kohlensäure aus und es bleibt der sauerstoffarme Alkohol zurück, oder es bildet sich aus Zucker z. B. bei der Gährung der Branntweinmaische, des Runkelrübensyrups, der Weintrester etc. etc., unter Abspaltung von Kohlensäure und etwas Wasser, das den Fetten nahestehende Fuselöl, welches durch Oxydation in die nach Chevreul im Delphinöl befindliche Valeriansäure übergeht, oder es entsteht bei Abscheidung von Kohlensäure und Wasserstoff die zu den fetten Säuren gehörige Buttersäure (Pelouze und Gélis, Scharling, Erdmann und Marchand). Mannit geht mit Kreide und Käse vermischt in Gährung über und liefert dabei ausser Kohlensäure, Wasserstoff und Alkohol, noch Essigsäure, Buttersäure und Milchsäure. Gummi und Amidon liefern bei der gleichen Behandlung nach Berthelot[1]) Alkohol, Milchsäure und Buttersäure. Dazu kommen nun noch die in neuerer Zeit bei der Hefe-Gährung gefundenen, den Fetten nahe stehenden Produkte: Glycerin, Bernsteinsäure, Essigsäure, ja es ist dabei sogar wirkliches Fett ausserhalb der Zellen nachgewiesen worden (Pasteur). Auch in den höheren Pflanzen findet sich nach allen Berichten ein Uebergang von Kohlehydraten in Fett und es scheint dies bei den Botanikern eine ausgemachte Sache zu sein. Die fetthaltigen Samen der Pflanzen enthalten vor der Reife Stärke, und indem diese abnimmt, sammelt sich Oel an, der reife Same enthält gar keine Stärke mehr (Mohl[2]), Mulder[3]); der Saft der Palmen führt viel Zucker, bis Fett in ihm auftritt; nach Avequin[4]) geben die Arten von Zuckerrohr, welche viel Zucker einschliessen, wenig Wachs und umgekehrt; S. de Luca[5]) berichtet, dass sich in den kaum

1) Berthelot, Annal. de chim. et de physiq. T. 50, p. 322.
2) Mohl, Handwörterbuch der Physiologie. Bd. 4, S. 250.
3) Mulder, physiolog. Chemie. S. 269.
4) Avequin, Annal. de chim. et de phys. 1840. p. 218.
5) Luca, Compt. rend. 1862. T. 15, p. 470, 506.

gebildeten Oliven viel Mannit findet, dass derselbe aber mit der Entwicklung der Früchte abnehme und in den reifen mit Oel beladenen gänzlich fehle. Nach de Bary[1]) werden die im Chlorophyll der Spirogyren und Zygnemen entstandenen Stärkekörner nach der Copulation der betreffenden Zellen in dem Maasse aufgelöst, als Fetttropfen auftreten. Aehnlich dachte sich Liebig den Process bei der Bildung des Fettes im Thier aus den Kohlehydraten; nach seiner Ansicht wird durch einen unvollkommenen Oxydationsprocess bei Mangel an Sauerstoff eine gewisse Menge Wasserstoff und durch einen Gährungsprocess eine gewisse Menge Sauerstoff in der Form von Kohlensäure vom Zucker abgetrennt.

Aber nicht nur solche Uebertragungen, sondern auch die Erfahrungen der Praxis und mühevolle Versuche schienen für die gleiche Anschauung zu sprechen.

Bei den Fleischfressern, welche ausser dem verzehrten Fett kein stickstofffreies Nahrungsmittel geniessen, ist die Fettbildung nur unbedeutend, sie nimmt aber wie bei den anderen Hausthieren zu bei gemischter Nahrung mit einem Ueberschuss von Kohlehydraten. Die Hauptmasse der Nahrung bei der Mast der Pflanzenfresser besteht aus Kohlehydraten. Da die Wurzeln und Kräuter, welche die Kuh verzehrt, keine Butter enthalten, da in dem Heu und der Nahrung des Rindviehs kein Ochsentalg, in der Kartoffelschlempe, welche die Schweine bekommen, kein Schweineschmalz, und in dem Futter der Gänse und des Geflügels kein Gänse- oder Kapaunenfett enthalten ist, so schloss Liebig, dass die grossen Massen von Fett in dem Körper dieser Thiere vom Organismus erst erzeugt worden sind und zwar aus den Kohlehydraten der Nahrung.

Liebig hatte dann namentlich die Versuche Gundlach's oder Huber's an Bienen als Beweis für seine Ansicht angegeben, nach denen diese Thiere bei längerer Fütterung mit wachsfreiem Honig oder Zucker noch Wachs produciren können, ohne sich in ihrem Gesundheitszustande oder in ihrem Gewichte zu ändern. Wenn ferner eine magere Gans von 2000 Grmm. Gewicht, welche nach

1) de Bary, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig, 1858.

36tägiger Fütterung mit 12 Kilo Mais 2500 Kilo an Gewicht zunimmt, und 1750 Grmm. reines Fett ansetzt, so kann dies nicht fertig gebildet in der Nahrung gewesen sein, da letztere nur wenig Fett enthält. Ein einjähriges Schwein, von 35—40 Kilo Gewicht mit 9 Kilo Fett, lässt sich erfahrungsgemäss in 91 Tagen mit 166.5 Kilo Erbsen und 1137.5 Kilo Kartoffeln (= 273 Kilo trocken) ausmästen und nimmt dabei um 40—45 Kilo an Gewicht zu, wiegt dann 80—85 Kilo mit 25—27.5 Kilo Fett, hat demnach 14—18.5 Kilo Fett angesetzt; da sich nun in den Erbsen (bei 2.1 %) 3.496 Kilo Fett, in den Kartoffeln (bei 0.366 %) 0.999 Kilo Fett, in der gesammten Nahrung also 4.495 Kilo befanden, so sind 9.5—14.0 Kilo Fett nicht durch das Fett der Nahrung gedeckt. Liebig deducirte das Gleiche aus Versuchen Boussingaults an Kühen, die ich im Original nicht kenne. Eine Kuh frass in 11 Tagen 418 Kilo Kartoffeln und 41.25 Kilo Strohhäcksel und gab dabei 54.61 Liter Milch mit 2284 Grmm. Butter; in den 96.97 Kilo trockenen Kartoffeln sind (bei 0.305 %) 291 Grmm. Fett, im Strohhäcksel (bei 0.832 %) 343 Grmm., im Ganzen im Futter 634 Grmm. Fett, während sich in der Milch 2284 Grmm. befanden. Eine andere Kuh Boussingault's nahm in 6 Tagen 90 Kilo frische = 19.88 Kilo trockene Kartoffeln mit 60 Grmm. Fett auf und dazu noch 45 Kilo Heu mit 691 Grmm. Fett (bei 1.56 %), insgesammt also 751 Grmm., welche die in 64.92 Liter Milch abgesonderten 3116 Grmm. Butter bei weitem nicht deckten.

Dumas und Boussingault suchten zwar im Verein mit Payen[1]) ihre früher ausgesprochene Meinung noch eine Zeit lang aufrecht zu erhalten, indem sie darzuthun sich bestrebten, dass auch bei pflanzenfressenden Thieren in der Nahrung stets genügend Fett enthalten sei, um das im Körper entstandene Fett zu geben. Gegen die Schlussfolgerungen, welche Huber und Gundlach aus der Produktion von Wachs bei mit Zucker gefütterten Bienen zogen, wendeten sie ein, dass in diesem Falle wahrscheinlich der Körper der Thiere von seinem eigenen Eiweiss und Fett zur Wachsbereitung zusetze und an Masse einbüsse. Liebig's Angabe über die Fett-

1) Dumas, Boussingault und Payen, Annal. de chim. et de physiq. 3. Sér. 1843. T. 8. p. 63.

anhäufung bei einer gemästeten Gans stellen sie den grossen Fettgehalt des Maises (nach ihnen 7.5—9.0 % in der trockenen Substanz) gegenüber, bei dessen Berücksichtigung der Fettansatz sich wohl erklären lasse; dies ist aber nicht möglich, denn die Menge von Fett im trocknen Mais beträgt, wie Liebig erwähnt, nicht 8.75 %, sondern höchstens 5 % und dann würden, wenn man obige Zahl selbst als richtig annimmt, und alles Fett der Nahrung im Darm resorbirt werden lässt, 12 Kilo Mais (bei 14 % Wasser) nur 903 Grmm. Fett liefern und nicht 1750 Grmm. Sie überschlagen ferner, dass eine Kuh im Durchschnitte auf 100 Kilo trockenes Heu 42 Liter Milch mit 1.5 Kilo Butter giebt; da sich nun im Heu gegen 2 % Fett finden, so könnten 100 Kilo Heu möglicherweise bis zu 2.0 Kilo Butter erzeugen. Um dies zu entscheiden, stellte nun Boussingault auf seinem Gute in Bechelbronn Versuche mit Kühen an. Ein erster Versuch an 7 Kühen währte ein volles Jahr; dieselben lieferten in dieser Zeit 18191 Liter Milch mit 675 Kilo Butter (bei 3.7 %); jede der Kühe frass im Tag 15 Kilo Heu, Grummet und Klee, also alle sieben im Jahr 38325 Kilo Heu mit 689 Kilo Fett (bei 1.8 %). Dabei ist leider die im Koth enthaltene Fettmenge nicht berücksichtigt; da aber erfahrungsgemäss etwa der dritte Theil des Fettes mit dem Koth wieder nach Aussen geführt wird, so wären von der Nahrung nur 460 Kilo Fett disponibel gegen 675 Kilo in der Butter. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, wurde noch ein zweiter Versuch angestellt, zu welchem eine Kuh diente, deren Michproduktion ziemlich constant war. Dieselbe erhielt täglich 7.5 Kilo Heu, 4.5 Kilo Strohhäcksel und 27.0 Kilo Rüben, und entleerte dabei im Tag im Mittel 6.03 Liter Milch, worin (bei 3.7 %) in 4 Tagen 915 Grmm. Fett sich befanden; in der Nahrung waren in 4 Tagen 1614 Grmm. Fett, in den Exkrementen 498 Grmm., so dass also 1116 Grmm. Fett resorbirt worden waren, mehr wie genügend, um das Fett der Milch zu liefern. Playfair hatte einige Beobachtungen mitgetheilt, die darthun sollten, dass die Butter der Milch aus Stärke oder Zucker hervorgehe; auch dagegen trat Boussingault[1]) noch

1) Boussingault, Annal. de chim. et de physiq. 1844. 3. Sér. T. 12, p. 153.

auf. Er sagt, bei zweien der Versuche von Playfair reiche bei richtiger Berechnung das in der Nahrung befindliche Fett für die Butter völlig hin, in den beiden anderen Fällen reiche es allerdings nicht zu, die Versuchszeit habe aber nur je 24 Stunden betragen, so dass auch bei völligem Hunger die Kuh noch Milch geliefert hätte. Er giebt zugleich erneute Versuche an. Zwei Kühe verzehrten während 15 Tagen 472 Kilo Heu mit 16.52 Kilo Fett, und entleerten 154 Kilo trockenen Koth mit 5.08 Kilo Fett; es bleiben also 11.44 Kilo Fett für die Milch übrig, die Thiere gaben aber 154.5 Kilo Milch mit nur 8.03 Kilo Butter. Anders gestaltete sich die Sache allerdings bei Darreichung von Kartoffeln oder Rüben; bei einer 14tägigen Fütterung der beiden Kühe mit 1077 Kilo Kartoffeln wurden 2.15 Kilo Fett eingenommen und in 85 Kilo Koth wieder 0.51 Kilo Fett unverwerthet entfernt, so dass nur 1.64 Kilo Fett für die Milch bereit waren, während diese, in 122.6 Kilo, 5.61 Kilo Butter enthielt. Aehnlich war es bei Rübenfütterung, wobei 2181 Kilo Rüben mit 2.18 Kilo Fett verzehrt wurden, von denen 1.45 Kilo mit dem Koth wieder abgingen; es blieb also der kleine Rest von 0.73 Kilo Fett, während in den 203 Kilo Milch 8.31 Kilo Fett sich befanden. Aber Boussingault sagt, das letztere Resultat sei nicht auffallend, da Kartoffeln und Rüben gerade wegen des geringen Fettgehaltes eine ungenügende Nahrung seien und die Thiere dabei an Gewicht nicht unerheblich eingebüsst, also das Fett der Milch vom eigenen Körper genommen hätten.

Die positiven Resultate Boussingault's schlugen aber nicht durch und wurden ganz vergessen, da andere Fälle bekannt wurden, bei denen das in der Nahrung vorgebildete Fett durchaus nicht hinreichte, das unter ihrem Einfluss angesammelte Fett zu erklären, so dass die Liebig'sche Ansicht immer mehr und mehr an Boden gewann.

Zunächst wiederholten Dumas und Milne-Edwards[1]) die

1) Dumas und Milne-Edwards, Annal. de chim. et de physiq. 3 Sér. 1845, T. 14, p. 100; Compt. rend. 1843, T. 17, p. 531; Annal. des sciences naturelles, Zoologie, 1843, 2. Sér., T. 20, p. 174.

Huber'schen Versuche an den Bienen, um zu prüfen, ob bei der Wachsbereitung bei Fütterung mit reinem Honig oder Zucker der Körper von sich Fett zusetzt, denn sonst, meinten sie, könnte das Wachs nur vom Zucker herstammen. Bei ihrem ersten Experimente bauten die Bienen bei Fütterung mit Farinzucker allerdings zwei kleine Waben, aber ihre Thätigkeit war nur von sehr kurzer Dauer; die 5615 Stück Bienen hatten nur 4.284 Grmm. Waben mit 3.5 Grmm. Wachs abgesetzt, so dass auf eine Biene 0.5 Mgr. Wachs traf, während sie in ihrem Körper schon 2 Mgr. davon einschloss. Bei Ernährung mit Honig sonderten 3 Schwärme kein Wachs ab, ein vierter aber gab endlich ein mit dem Huber'schen vollkommen übereinstimmendes Resultat. Ein Schwarm (155.5 Grmm. schwer) von 1788 Stück Arbeitern enthielt nach einer an einer Probe gemachten Analyse 3.218 Grmm. Fett (für's Stück 0.0018 Grmm.); im gefütterten Honig befanden sich nur 0.08$^0/_0$ Wachs. Während der zehn ersten Tage wurden 411.779 Grmm. Honig mit 0.329 Grmm. Fett verzehrt und die Bienen bauten dabei 3 Waben von etwa 17 Grmm. Gewicht, deren Zellen alle mit Eiern und Larven angefüllt waren. In einer zweiten Periode von 21 Tagen nahmen die Bienen zwar 423.11 Grmm. Honig (mit 0.338 Grmm. Fett) zu sich, sie befanden sich aber in grosser Aufregung, bauten nicht mehr und gingen endlich in grosser Anzahl zu Grunde. Im Ganzen hatten nun die Bienen in den 32 Tagen 11.515 Grmm. Wachs producirt, also jedes Stück 0.0064 Grmm.; trotzdem waren sie am Ende nicht leichter geworden, sondern sogar schwerer, denn anfangs wog jede 0.087 Grmm., am Ende 0.106 Grmm. und enthielt noch 0.0042 Grmm. Fett, so dass jede 0.0106 Grmm. Fett geliefert hatte, während sie im Honig 0.00038 Grmm. aufgenommen und 0.0018 vorräthig im Körper hatte. Dies giebt für jede Biene eine Differenz von 0.0084 Grmm., welche nach Dumas und Milne-Edwards nur aus dem Zucker des Honigs entstanden sein können.

Ebenso schlagend für Liebig's Anschauung schienen andere von M. Persoz[1]) an Gänsen ausgeführte Mästungsversuche zu sprechen.

1) Persoz, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér., 1845, T. 14, p. 408; Compt. rend. 1844, T. 18, p. 245, 1845 T. 21, p. 20; l'Institut 1844, Nro. 573 p. 422.

Er entzog 10 ausgewachsenen Gänsen von gleichem Alter und gleicher Grösse während 12 Stunden die Nahrung, schlachtete dann eine davon zur Bestimmung des vorhandenen Fettes (sie wog etwa 3 Kilo und enthielt 312 Grmm. Fett, 157 Grmm. Blut und 61 Grmm. Leber) und fütterte von da an die übrigen neun mit Mais, von dem jede täglich im Mittel 494 Grmm. frass. Nicht alle ertrugen die Nahrung gleich gut, einzelne mussten am 19. Tage getödtet werden, andere hielten bis zum 24. Tage aus. Die gemästeten Thiere enthielten weniger Fleisch als die magern (798 Grmm. gegen 881 Grmm.); das im Mais befindliche Fett reichte aber nicht hin, das angesetzte zu decken, es muss daher nach ihm ein Theil des Fettes aus der Stärke des Maises hervorgegangen sein. Persoz versuchte nun weiter, ob die Gänse ohne Fett in der Nahrung fetter werden können; er fütterte darum 4 Gänse, eine mit entfettetem Mais, eine andere mit Kasein, Kartoffelmehl und Stärke, die beiden letzten mit einem Gemisch von Kartoffeln, Stärke und Zucker, und es sollen alle viel Fett gebildet haben.

Zu einem ähnlichen Resultate führten die erneuten Bemühungen des frühern Gegners Liebig's, Boussingault's[1]); er verfolgte die Entwicklung des Fettes bei Schweinen, Gänsen und Enten.

Ein Schwein nahm von der Geburt an bis zum Alter von 8 Monaten 6.72 Kilo Fett in der aus Kartoffeln, abgerahmter Milch, Roggenmehl und Küchenabfällen bestehenden Nahrung auf, worin das in der Muttermilch in den ersten 5—6 Wochen eingenommene nicht eingerechnet ist. Es sind aber unterdessen, da das Thier bei der Geburt 0.65 und nach 8 Monaten 15.48 Kilo Fett giebt, 14.83 Kilo Fett aufgespeichert worden, wobei noch zu bemerken ist, dass jedenfalls noch eine ansehnliche Menge des Fettes der Nahrung mit dem Koth wieder entfernt worden ist. Ein andermal verzehrten 9 im Alter von 8—12 Monaten stehende Schweine während 98 Tagen 67.6 Kilo Fett, wovon etwa 8 Kilo durch den Koth verloren gingen; sie setzten dabei aber 103.2 Kilo Fett an, es wurden also etwa 44 Kilo Fett durch das Fett der Nahrung nicht gedeckt.

---

1) Boussingault, Annal. de chim. et de physiq., 3. Sér. 1845, T. 14 p. 419; Compt. rend. 1845, T. 20, p. 1726.

Sechs Gänse wurden während 31 Tagen mit Mais gestopft; er enthielt 5032 Grmm. Fett, der Koth 715 Grmm.; die Thiere erzeugten dabei 7507 Grmm. Fett, also 3290 Grmm. mehr als vom Mais in die Säftemasse gelangt waren.

Auch von Rob. Thomson[1]) an Kühen angestellte Versuche, die wir später noch besprechen werden, zeigten, dass das Fett der Nahrung meist zur Lieferung der Butter nicht hinreicht; ebenso die Versuche von Lawes und Gilbert[2]) an Schweinen.

Alle diese Thatsachen, vor Allem die Möglichkeit, Kohlehydrate in manche den Fetten verwandte Stoffe überzuführen und die Unmöglichkeit, die ganze Menge des bei der Mast aufgehäuften Fettes aus dem in der Nahrung präexistirenden Fette abzuleiten, schienen den Ursprung von Thierfett aus Kohlehydraten vollkommen sicher zu stellen und in der That, es galt dies auch als eine so unumstössliche Wahrheit, dass ein Zweifel geradezu für einen Unsinn gehalten wurde.

Nachdem einmal die Entstehung von Fett aus Kohlehydraten zugegeben war, gingen die Meisten weiter und liessen den weitaus grössten Theil des Fettes der Pflanzenfresser aus den Kohlehydraten hervorgehen, verleitet durch den massenhaften Verbrauch der letzteren und den procentig so geringen Gehalt der Nahrung an Eiweiss oder Fett, obwohl eine genauere Betrachtung der vorliegenden Versuche etwas anderes gelehrt hätte. Immer kann nämlich ein sehr ansehnlicher Theil des vom Pflanzenfresser angesetzten Fettes von dem aus der Nahrung resorbirten Fett abgeleitet werden, bei den von Liebig aufgezählten Beispielen (bei einem Schwein, zwei Kühen und der Gans) gegen 30 %, bei Boussingault's Versuchen an Kühen 68—100 %, an Schweinen 58—77 %, an Gänsen 57 %, bei den Kühen von Thomson mindestens 40 %; und nur bei den Mastversuchen von Lawes und Gilbert an Schweinen macht die Fettmenge der Nahrung in einigen Fällen nur 12 % der angesetzten Fettmenge aus.

Man hatte in der That früher ungenügende Vorstellungen über

1) Thomson, Annalen d. Chem. und Pharm. 1847, Bd. 61, S. 228.

2) Lawes u. Gilbert, report of the British Association for the Advancement of Science for 1852.

die Fettmenge im Futter der Pflanzenfresser; man meinte z. B., das Grünfutter gebe an Aether kein eigentliches Fett, sondern nur Wachs und Chlorophyll ab, welche unverändert in den Koth übergehen. Namentlich Liebig sagte, sämmtliches Fett oder Aetherextrakt der Nahrung einer Kuh werde unbenützt mit den Exkrementen wieder ausgeschieden, denn eine Kuh fresse im Tag etwa 7.5 Kilo Heu mit 116 Grmm. Fett (1.56 %) und 15 Kilo Kartoffeln mit 10 Grmm. Fett, in beiden zusammen 126 Grmm., dagegen entleere sie etwa 4 Kilo Koth, der (bei 3.119 %) 125 Grmm. Fett einschliesse. Es ist richtig, dass sich im Aetherextrakt der Pflanzentheile viel Wachs und Chlorophyll findet, aber es ist auch eine nicht unansehnliche Menge von wahrem Fett darin enthalten. Alle Versuche an Kühen oder Pflanzenfressern überhaupt, die von Boussingault, Thomson, Henneberg, Stohmann, von mir etc. etc. geben das übereinstimmende Resultat, dass im Darm dieser Thiere bei Erhaltungsfutter stets sehr beträchtliche Mengen von Fett aufgenommen werden.

Ja selbst mit dem Beweise für die Erzeugung eines Theiles von Fett aus Kohlehydraten sah es nicht glänzend aus. Allerdings treten bei der Gährung Stoffe auf, welche auch bei der Zersetzung der Fette erhalten werden, aber wahre Fette sind daraus nur in Spuren hergestellt worden, und ausserdem nur die niederen Glieder der Fettsäurereihe. Für die Pflanze ist eine Umwandlung von Stärke in Fett wohl möglich, ja sehr wahrscheinlich; nichts destoweniger bleibt, wenn wir bei der Hefegährung neben Kohlensäure und Alkohol, Spuren von Bernsteinsäure, Glycerin, und wahrem Fett sich bilden, oder wenn wir in ölhaltigen Samen unter Abnahme der Stärke allmählich Fett sich ansammeln sehen, die Frage offen, ob bei dem Auftreten des wahren Fettes nicht ein anderer Stoff, nämlich das Eiweiss, betheiligt ist; ich mache namentlich darauf aufmerksam, dass fettreiche Pflanzentheile stets auch reich an Eiweiss gefunden werden und die mit Stärke beladenen nichts weniger als fetthaltig sind. Naegeli hat mir mitgetheilt, dass die in den Hefezellen während der Gährung erscheinenden Fetttropfen bei reichlichem Zuckerzusatz sich nicht in grösserer Menge anhäufen. Sehr auffallend ist es auch, dass um-

gekehrt bei der Keimung fetthaltiger Samen, z. B. von cucurbita Pepo, von helianthus annuus, das fette Oel zum grössten Theile in Stärke und Zucker umgewandelt werden kann, um zum Wachsthum der Zellhäute zu dienen (Sachs).[1]) Wenn in der Pflanze ein derartiger Process stattfindet, so wirken dabei besonders günstige Umstände mit; wer sagt uns aber, ob auch im Thierkörper die Veranstaltungen dazu getroffen sind. In der Pflanze kann sich wohl Sauerstoff als solcher von der Stärke abtrennen, und ein an Sauerstoff ärmerer Körper entstehen, aber im thierischen Organismus findet dies nicht statt, in ihm könnte der Sauerstoff nur in Verbindung mit etwas Wasserstoff oder Kohlenstoff des Kohlehydrates entweichen. Nehmen wir den günstigsten Fall an, dass kein Wasserstoffgas entbunden wird und kein Sauerstoff von Aussen zutritt, sondern nur der in der Verbindung schon vorhandene Sauerstoff sich in den Kohlenstoff und Wasserstoff theilt, so könnten aus 100 Grmm. trockenem Traubenzucker höchstens 37 Grmm. Fett entstehen, indem er ausserdem noch 21 Wasser und 42 Kohlensäure giebt.

Man könnte annehmen, es beginne, wenn der von Aussen kommende Sauerstoff den grössten Theil der Kohlehydrate verbraucht hat, ein ganz anderer Process, bei dem das überschüssige Material durch eine Art Gährung zerlegt wird. Meckel von Hemsbach[2]) glaubte bekanntlich in der Galle das Ferment schon gefunden zu haben, das theils im Darm, theils in der Leber Stärke und Zucker in Fett umwandelt. Oder man könnte sagen, bei der Zersetzung des Zuckers im Körper entstehe immer neben Oxydationsprodukten etwas Fett, welches erst zuletzt nach Verbrennung alles Uebrigen angegriffen, dann aber, wenn kein Sauerstoff mehr zugänglich ist, abgelagert werde; man hätte bei der letzteren Hypothese wenigstens nicht nöthig für die Fettbildung nach einem für gewöhnlich nicht stattfindenden Vorgang zu suchen. Immerhin kann nur wenig Fett aus viel Kohlehydraten hervorgehen, da die Hauptmasse derselben jedenfalls durch Oxydation in Kohlensäure

---

1) Sachs, botanische Zeitung, 1859, S. 177.

2) Meckel von Hemsbach, de genesi adipis in animalibus, diss. inaug. Halis 1845.

und Wasser übergeht und nur ein kleiner Theil allenfalls zur Erzeugung von Fett zu dienen vermag. Die Versuche an Thieren gaben auch manches unerwartete Resultat, so z. B. dass man nicht im Stande ist, mit der stärkereichsten, aber eiweissarmen Nahrung einen Körper fett zu machen, jedoch wusste man sich durch allerlei Deutungen über dieses Hinderniss hinwegzusetzen.

Man erkennt bei näherer Ueberlegung, wie misslich es mit der Fettbildung aus Kohlehydraten bei Thieren aussieht. Ein ansehnlicher Theil, ja öfter die ganze Menge des bei der Mästung abgelagerten Fettes kann aus dem schon in der Nahrung vorräthigen abgeleitet werden; theoretische Betrachtungen und Versuche stellen allerlei Schwierigkeiten in den Weg und nur das Nichtausreichen des Fettes in vielen Fällen und den nicht wegzuleugnenden Einfluss der Kohlehydrate auf die Fetterzeugung vermag man dafür geltend zu machen. Aber sind diese Thatsachen nicht auf eine andere Weise zu erklären, giebt es denn nicht noch andere Materialien, aus denen Fett entstehen kann?

Wir müssen uns hier erinnern, dass neben Fetten und Kohlehydraten ja auch eiweissartige Stoffe in jeder Nahrung sich befinden und möglicherweise Fett aus ihnen hervorgeht. Diese Idee ist durchaus nicht neu, man dachte vielmehr schon seit lange an eine solche Möglichkeit, nur glaubte man nicht, dass es sich dabei um eine ergiebige Quelle für die Fettbildung handle. Vorzüglich Liebig hatte gewichtige Gründe angegeben, nach denen eine Fettbildung aus eiweissartigen Substanzen nicht für undenkbar angesehen werden muss; nichtsdestoweniger betont er ausdrücklich Milne-Edwards gegenüber[1]), dass er den Ursprung des Fettes niemals im Fibrin oder Albumin oder Casein gesucht habe, er habe sich vielmehr bemüht darzuthun, dass die stickstofffreien Bestandtheile des Organismus aus den stickstofffreien der Nahrung entspringen.

Man hat Mancherlei aufgezählt, um den Uebergang von Eiweiss in Fett wahrscheinlich zu machen, denn ein Beweis dafür konnte bis auf die neueste Zeit nicht geliefert werden.

---

1) Liebig, Annalen der Chem. und Pharm. 1843, Bd. 48, S. 126.

Man sagte, eiweissartige Materien geben, mit zerstörenden Agentien behandelt, oder bei der gewöhnlichen Fäulniss niedere Fettsäuren wie die Kohlehydrate. Schon Fourcroy[1]) beobachtete, dass der Käse sich dem Fett annähere, wenn eine Auflösung desselben in Aetzkali durch eine Säure zersetzt wird und dass der Faserstoff bei einer gewissen Art Fäulniss in eine ölige Materie unter Entweichen von Stickstoff übergehe, wogegen Gay Lussac bemerkte, dass im faulenden Fibrin nicht mehr Fett enthalten sei, als vorher. Berzelius hatte jedoch bei Behandlung von Fibrin mit starken Säuren unter Verlust von Stickstoff eine fette Substanz auftreten sehen. Bestimmtere Angaben hierüber besitzen wir von Liebig und seinen Schülern. Bei Behandlung des Caseins mit schmelzendem Kali fand Liebig unter anderen Zersetzungsprodukten Valeriansäure; bei der Fäulniss unter Wasser liefert es nach P. Iljenko[2]) als flüchtige Produkte Buttersäure und Valeriansäure; Balard und Laskowsky entdeckten im alten Käse Buttersäure, Valeriansäure, Capron-, Capryl- und Caprinsäure; nach Wurtz tritt bei der Fäulniss fettfreien Faserstoffs und bei der Erhitzung desselben mit Kali Buttersäure auf. Es bilden sich, wie man sieht, nach diesen Beobachtungen keine Fette, und es ist nicht erwiesen, ob ein solcher Process auch im lebenden Körper vorkömmt.

Von grösserer Bedeutung ist die Bildung von Leichenwachs aus stickstoffhaltigen Organen, Muskeln etc. etc., welche unter gewissen, noch nicht genau erforschten Bedingungen vor sich geht. Man findet sie hie und da in Mazerirtrögen der Anatomien, in manchen feuchten Begräbnissplätzen, also an Orten, wo die Zersetzung unter geringer Sauerstoffaufnahme langsam vor sich geht. Einige, z. B. Wetherill, meinen zwar, es gehe das Leichenwachs nicht aus Eiweiss hervor, sondern es sei nur ein Residuum des schon vorher vorhandenen Fettes nach Abtrennung von Glycerin und Oelsäure, während die übrigen Theile verschwänden. Diese Auffassung ist aber für manche Fälle nicht sehr wahrscheinlich, weil oft grosse Stücke von Körpertheilen aus der fettartigen Masse

1) Fourcroy, Annal. de chim. T. 7, p. 173; T. 8, p. 17.
2) Iljenko, Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 63, S. 264.

bestehen. Es ist für unsere späteren Betrachtungen wichtig, das, was man über die Zusammensetzung des Leichenwachses erforschte, kennen zu lernen; es findet sich nämlich dabei, wie es scheint, wiederum nicht ein Uebergang eiweissartiger Substanzen in eigentliches Fett, sondern in Fettsäuren, es handelt sich also um einen ähnlichen Vorgang, wie bei der Zerstörung des Eiweisses durch eingreifende Agentien oder durch Fäulniss. Die erste genauere und grössere Beobachtung der Art wurde bekanntlich 1786 an dem Inhalt der Gräber auf dem Cimetière des Innocens zu Paris gemacht, in dem die Leichen, in eine fettige Masse verwandelt, aufgefunden wurden; Fourcroy[1]), der dieselbe untersuchte, hielt sie für ein Gemisch von Fetten nebst Ammoniak- und Kalkseifen. Gibbes[2]) und Quain[3]) gewannen ihr Material aus Mazerirtrögen der Anatomie: an die Stelle von Muskeln, Nerven und Gefässen war eine dichte krystallinische in Aether lösliche Fettmasse getreten, die nach Ersterem bei 71.1^0 schmilzt und bei 43.3^0 erstarrt (am nächsten der Stearinsäure stehend). Eine krystallinische wachsartige Masse, welche sich aus dem Körper eines 15 Jahre lang in einem feuchten Boden begrabenen Schweines als kaum 1 Zoll dicke Schicht gebildet hatte, fand Gregory[4]) löslich in heissem Alkohol, Aether und Kalilauge und zu $^1/_4$ aus Stearinsäure, zu $^3/_4$ aus Margarin- und Oelsäure bestehend; dieselbe enthielt ausserdem zwischen 1.5 bis 3.5 $^0/_0$ Asche aus kohlensaurem Kalk. G. Liebig[5]) bestimmte den Fettgehalt eines Muskels vom Oberschenkel eines Cadavers, an welchem fast alle Muskeln in Fett übergegangen zu sein schienen, durch Auslassen mit angesäuertem Wasser zu 49$^0/_0$; es ist jedoch nicht ersichtlich, ob es aus neutralem Fett oder aus Fettsäure bestand. Auch Virchow[6]) hatte einen Unterschenkel untersucht, der im Mazerirsteine der Anatomie nach fast jahrelangem Liegen

1) Fourcroy, sur les différens états des cadavers trouvés dans les fovelles du cimetière des Innocens de Paris 1786.

2) Gibbes, Phil. Transact. 1794, Part. II, p. 169.

3) Quain, med. chir. Transact. 1850, p. 141.

4) Gregory, Annal. d. Chem. u. Pharm., Bd. 61, 1847, S. 362.

5) Liebig, Annal. d. Chem. u. Pharm. 1849. Bd. 70, S. 343.

6) Virchow, Verhandl. der physikal. med. Ges. in Würzburg, 1852. Bd. 3, S. 369.

in eine weisse wenig riechende Substanz übergegangen war; es fand sich eine in der Längsrichtung der Muskelfasern streifige Masse, die Stelle der alten Weichtheile einnehmend und aus nichts als säulenförmig an einander gereihten Kugeln und Klumpen von festem Fett oder aus feineren in einem areolären Gewebe eingeschlossenen körnigen Massen bestehend. Die wichtigsten Angaben über unseren Gegenstand rühren von C. M. Wetherill[1]) her, der dazu Fettwachs von in feuchtem Boden verwesenden Leichen benützte; bei Thieren und Menschen waren darin neben wenig Zellgewebe und Aschebestandtheilen 94—97 % freie feste Fettsäuren enthalten, jedoch war weder Glycerin noch Oelsäure, noch Ammoniak, noch Cholestearin nachzuweisen; nur fossiles Adipocire von einem Knochen des Bison americanus enthielt so viel Kalk (10 %), dass darin eine Verbindung der fetten Säuren mit der alkalischen Erde angenommen werden konnte. Michaelis[2]) glaubt sogar, dass bei dem Untergang der grossen Masse von Thieren auf dem Erdboden die gleichen Verwesungsprocesse stattgefunden und sich so ganze mit Fett getränkte Erdlager, wie z. B. die an Thieren und Fett reichen Posidonianschiefer der Juraformation ausgebildet hätten. Ich habe mich bis jetzt vergebens bemüht, aus grossen Stücken möglichst rein ausgeschnittenen Muskelfleisches künstlich Adipocire zu erzeugen; ich hoffe jedoch noch die mancherlei Zweifel, die sich an die Bildung und Zusammensetzung des Leichenwachses knüpfen und weitere Folgerungen verbieten, zu beseitigen.

Hierher gehören ferner die Beobachtungen über den Uebergang von in die Bauchhöhle lebender Thiere eingebrachter Organe in Fett. Rud. Wagner[3]) hatte, wie es schon Hunter und Berthold gethan, Hoden in die Bauchhöhle von Vögeln gebracht und wahrgenommen, dass dieselben sich mit einer membranösen Hülle umgaben, atrophisch und trocken wurden und schliesslich in eine gelbe wachsähnliche Masse sich verwandelten, in welcher mit dem

1) Wetherill, Transact. of the Americ. Philosoph. Society 1855, 11; Journal f. prakt. Chem. Bd. 68, S. 26.

2) Michaelis, Prag. Vierteljahresschrift 1853. Jahrg. X, Bd. 4, S. 45.

3) Wagner, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1851 Nro. 8.; Arch. f. physiol. Heilkunde 1851. Jahrg. 10, S. 520.

Mikroskop theils innerhalb der zerfallenen Zellen, theils frei zwischen den Zellen viel Fett zu sehen war. Wagner fasste die Sache gleich als eine Umwandlung von Eiweiss in Fett auf und stellte in dieser Richtung weitere Versuche mit verschiedenen Geweben, vorzüglich mit Krystalllinsen an, welche er vorher und nachher mit dem Mikroskop und durch die chemische Analyse auf Fett untersuchte; Froschhoden mit einem Gehalt von 3 % Fett enthielten nach längerem Verweilen in der Bauchhöhle 5—15 %, Krystalllinsen (mit höchstens 0.33—0.75 % Fett in der trockenen Substanz) gaben nachher 7—15 % Fett; ebenso verhielten sich Kaninchenhoden, Blut, Froschmuskeln, gekochtes Eiweiss etc. etc., alle gingen nach einigen Wochen unter grossem Substanzverlust in eine gelbe schmierige, reichliche Fetttropfen einschliessende Masse über. Ein Schüler Wagner's, Husson[1]), verfolgte den Gegenstand. Linsen vom Kalb, die im trockenen Zustand vorher höchstens 0.75 % Fett enthielten, gaben nach 20 tägigem Verweilen in der Bauchhöhle einer Taube 1.75 %; hart gekochtes Hühnereiweiss mit 0.03 % Fett verweilte 6 Wochen in dem Abdomen einer Gans und gab dann 8.05 % an Aether ab. Aehnliche Resultate erhielt Middeldorpf[2]) mit Knochen- und Knorpelstückchen, die sich auch mit einem Exsudat umhüllten, sehr an Masse abnahmen und stark durchfettet waren; dann auch Donders[3]), welcher vorzüglich die Veränderung der Gewebe in morphologischer Hinsicht in's Auge fasste und glaubte, die Fettbildung finde nur in den Zellen statt, was aber durch die Umwandlung hart gekochten Eiweisses nicht unterstützt wird.

Gegen alle diese Versuche ist aber erstens einzuwenden, dass bei der starken Verkleinerung der Masse das Eiweiss zerstört, das darin befindliche Fett aber nicht angegriffen worden und daher relativ in grösserer Menge zurückgeblieben ist; man darf also nur absolute Werthe mit einander vergleichen. Nur Michaelis hat darauf Rücksicht genommen; er fand nach Einführung von Kalbfleisch oder Faserstoff in die

---

1) Husson, Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, 1853, Nro. 5, S. 41.

2) Middeldorpf, Zeitschrift f. klin. Med. 1852, Jahrg. 3, S. 58.

3) Donders, Nederl. Lancet, 3. Sér., I, p. 556.

Bauchhöhle von Hühnern oder Schildkröten in der geschwundenen Masse ein mit Aether ausziehbares Fett und eine in das Wasserextrakt übergehende Seife (Ammoniakseife?) und zwar in grösserer Menge, als ursprünglich in der Substanz enthalten war, daher er auf eine Fettdegeneration des Eiweisses schliesst. Es ist ferner zu bedenken, ob das Fett nicht aus den Säften des Organismus in den eingebrachten fremden Körper abgelagert worden ist. Um diesem Einwurfe zu entgehen, versuchte Husson die Substanzen möglichst abzuschliessen. Schweinsaugenlinsen blieben, in Guttapercha gewickelt, 6 Wochen in der Unterleibshöhle einer Gans liegen und waren darnach zum grössten Theile aufgelöst und der Rest zeigte mit dem Mikroskope eine Menge von Fettkörnchen; Hühnereiweiss, in Guttapercha eingeschlossen, gab statt 0.03 % 0.54 % Fett. Da aber die Isolirung auf diese Weise nie eine vollkommene ist, und auch die Hülle allerlei chemische Veränderungen erleiden kann, so sind auch diese Analysen nicht beweiskräftig. Vorzüglich F. G. Burdach[1]) erhob Zweifel in dieser Richtung; er hatte die Substanzen ebenfalls mit Umhüllungen z. B. von Collodium, Kautschuk, organischen Membranen etc. etc. umgeben und sah aussen auch eine Hülle von gelbem, käsigem, fetthaltigem Exsudat, innen aber keine Veränderung, sobald die Theile völlig eingeschlossen waren; dagegen zeigte sich überall da, wo Risse in der Umhüllung entstanden waren, das Eingeschlossene weich und von gelblicher Farbe und es enthielt Fett, an der Peripherie mehr als gegen das Centrum zu. Brachte er eiweissfreie vegetabilische Substanzen ein, z. B. Hollundermark, so war dies auch mit dem käsigen Exsudat umgeben und in die äusseren Zellen des Markes die gelbe fetthaltige Masse eingelagert. Allerdings scheinen diese Ergebnisse darauf hinzuweisen, dass das Fett, wie Burdach meint, von einer Metamorphose der umgebenden Eiweisshülle in Fett herkommt, welches dann auch in die inneren Theile eindringe. Man müsste zum Entscheid die Versuche mit dichten Umhüllungen wiederholen; Schrader hat vorgeschlagen zu dem

---

1) Burdach, experimenta quaedam de commutatione substantiarum proteineacearum in adipem; diss. inaug. Regiomontii 1853.

Zweck die Substanzen, in kleine Glasröhrchen luftdicht eingeschlossen, längere Zeit in der Unterleibshöhle der Thiere zu lassen und er glaubte auch in einigen vorläufigen Bestimmungen nach 2 Monaten Fettmoleküle in Krystalllinsen wahrzunehmen. Ich sehe aber nicht ein, warum man die Gläschen in den Thierkörper hineinbringen soll, der in diesem Falle doch höchstens durch seine Wärme wirkt, man könnte dieselben ebensogut in ein auf etwa 40° erwärmtes Wasserbad legen, dann wären die Versuche aber nichts weiter als durch die höhere Temperatur beschleunigte Adipocire-Versuche. Sie wären aber nicht unwichtig, da sich ausser dem Entscheid unserer Frage in bejahendem Falle auch herausstellen würde, ob zum Uebergang von Eiweiss in Fett der Sauerstoff nöthig ist; es ist auch bis jetzt noch nicht genügend darauf geachtet worden, ob hier neutrale Fette auftreten oder nur Fettsäuren wie bei der Leichenwachsbildung. Ich habe Stückchen von frischem Muskelfleisch (mit 0.75 % Fett) und gekochtem Eiereiweiss (mit 0.054 % Fett) in zugeschmolzenen Glasröhren während 3½ Monaten auf einer Temperatur von 40° C. erhalten. Nach dieser Zeit hatte das Fleisch noch seine rothe Farbe, das Eiweiss war etwas missfarbig geworden, die Stücke schwammen in einer Flüssigkeit, es war also Wasser ausgetreten. Beim Oeffnen der Röhren wurde der Inhalt mit Gewalt herausgeschleudert und es entwickelte sich ein aashafter Geruch, der den ganzen Raum verpestete; die Masse reagirte auffallender Weise nicht auf Pflanzenfarben. Der ganze Inhalt wurde nun getrocknet und mit Aether erschöpft:

		Feuchte Substanz	Fett	Fett in %	
1.	Fleisch	17.0999	0.1734	1.01	1.06
2.	"	9.0828	0.1015	1.11	
3.	Eiweiss	14.5420	0.0454	0.31	0.33
4.	"	11.4297	0.0384	0.34	
5.	"	10.2224	0.0365	0.36	
6.	"	12.2444	0.0407	0.33	

Es hat demnach in der That die Menge des Aetherextraktes etwas zugenommen, aber nur höchst unbedeutend (0.3 %). Der

Rückstand der Aetherlösung besteht grösstentheils aus neutralem Fett; Fettsäuren sind nur in dem Auszug aus dem Fleische in geringer Menge nachzuweisen gewesen. Nach dem Erschöpfen des Aetherrückstandes mit heissem Wasser wog Nro. 2 7.68 Mgr. (= 0.08 %) weniger; es ist also die Vermehrung nicht hervorgebracht durch andere in Aether lösliche Stoffe, welche bei der Fäulniss entstanden sind.

Unter anderen Bedingungen hat man einen Uebergang von Eiweiss in Fett wahrzunehmen geglaubt, nämlich beim Reifen des Roquefort-Käses. Blondeau[1]) hat Untersuchungen hierüber angestellt und schliesst daraus, dass das Kasein unter dem Einfluss von sich entwickelndem Penicillium allmählich Veränderungen eingeht und sich schliesslich in Fett verwandelt. Der frische Käse ist ohne Geruch und Geschmack und besteht beinahe ausschliesslich aus Kasein (96.9 %); in der trockenen Substanz finden sich nur 2.1 % mit heissem Alkohol und Aether ausziehbares Fett; nach 1 monatlichem Liegen enthielt er 19.7 % Fett und 75.0 % Kasein; nach zwei Monaten war er reif und gab 40% Fett und 53.5 % Kasein. Das Fett bestand nahezu zu gleichen Theilen aus Margarin und Olein; daneben waren Spuren von Buttersäure vorhanden. Nachdem der Käse ein volles Jahr im Keller sich befunden hatte, hatte sich die Menge von Kasein und Margarin nicht geändert, aber das Olein war beinahe verschwunden und an die Stelle desselben waren die Ammoniakverbindungen der nach Chevreul in der ranzigen Butter vorhandenen Fettsäuren, der Buttersäure, Capron-, Capryl- und Caprinsäure getreten. Diesen Beobachtungen wurde in ganzer Ausdehnung von Brassier[2]) widersprochen; nach dessen Mittheilungen nahm das Kasein allerdings an Menge ab, indem es sich in stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte verwandelte, das Fett nahm aber nicht zu, wie Blondeau sagte, sondern sogar ab. Nachdem zu allen Proben ursprünglich 300 Grmm. Käse abgeschnitten worden waren, fanden sich in der ganzen Menge an Kasein und Fett in Grammen:

1) Blondeau, Annal. de chim. et de physiq. 1864. 4. Sér. T. 1. p. 208.
2) Brassier, Annal. de chim. et de physiq. 1865. 4. Sér. T. 5. p. 270.

	Frisch	Nach 2 Monaten	Nach 4 Monaten	Nach 7 Monaten
Kasein . . .	96.2	83.1	85.0	67.1
Fett	66.8	56.3	46.9	39.7

Es ist schwer über diese grundverschiedenen Angaben sich ein Urtheil zu bilden; jedenfalls war das Material der beiden Forscher ein ungleiches, denn bei Blondeau bestand der frische Käse beinahe nur aus Kasein, bei Brassier enthielt er in der trockenen Substanz schon 37 % Fett. Die von Blondeau gefundene Zunahme des Fettes auf Kosten des Kaseins hat übrigens nichts Unwahrscheinliches an sich, zudem man an der Milch einen ähnlichen Vorgang constatirt hat und Kemmerich[1]) neuerdings in einer Notiz angiebt, Blondeau's Beobachtungen bestätiget zu haben; jedenfalls wäre es wünschenswerth, wenn diese Analysen wiederholt und dabei nicht nur prozentige, sondern auch absolute Werthe mitgetheilt würden, da ein Entscheid nur auf letztere Weise möglich ist.

Hoppe[2]) hat die interessante Beobachtung gemacht, dass die Milch beim Stehen Sauerstoff aufnimmt und dafür Kohlensäure im Ueberschuss abgiebt, es müssen also die festen Theile derselben an Menge abnehmen und dafür sauerstoffärmere und wasserstoffreichere Produkte auftreten; dem entsprechend fand er in der That nach längerem Stehen der Milch mehr Fett, welches nur von Eiweiss herrühren kann. Kemmerich, welcher in der 24—96 Stunden gestandenen Milch im Mittel aus 10 Bestimmungen 0.24 % Fett mehr fand als in der frischen, hält dies jedoch nicht für einen physiologischen Akt, sondern für eine durch die Ernährung von Pilzsporen wie beim faulenden Käse eingeleitete Metamorphose, welche ausbliebe und einer Abnahme der Eiweiss- und Fettmenge Platz mache, sobald man die Sporen durch die Kochhitze zerstöre.

Auch in dem lebenden Thierkörper glaubte man einen Ueber-

1) Kemmerich, Centralblatt f. d. mediz. Wiss. 1867. Nro. 27.

2) Hoppe, Archiv f. patholog. Anat. 1859. Bd. 17. S. 417.

gang von Eiweiss in Fett constatiren zu können; und zwar vor Allem unter anormalen Bedingungen. Die fettige Metamorphose eines in den Lungenbläschen oder den Harnkanälchen etc. ausser Ernährung befindlichen Exsudates oder eines abgestorbenen Fötus wäre allerdings nichts Anderes als eine Adipocirebildung oder als eine Fettbildung fremder, in die Bauchhöhle eingebrachter Substanzen, jedoch findet sie sich auch in den organisirten Formen bei noch bestehender, aber gestörter Ernährung. Schon Fick[1]) fasste das Auftreten der Zellen mit Fettkörnchen als eine Fettbildung aus Eiweiss auf, ebenso Rokitansky[2]), der dieselben in den Exsudatzellen wahrgenommen hatte.

Der treffliche Reinhard[3]) verfolgte zuerst das Auftreten der Fettkörnchen bei der Rückbildung thierischer Theile genauer. Er beschrieb den Vorgang bei den sich verändernden Eiterkörperchen, in den Zellen der Membrana granulosa des Graaf'schen Follikels bei der Bildung des Corpus luteum, in den Epithelzellen seröser Häute bei Ergüssen, in den Zellen der Lungenbläschen bei allerlei Erkrankungen der Lunge, in den Flimmerepithelien der Bronchien oder den Cylinderepithelien des Darmes bei leichten Katarrhen, in den Zellen der Decidua des Uterus bei der Schwangerschaft, in den tieferen Epidermiszellen der äusseren Haut bei Panaritien, den Epithelzellen der Niere bei Morbus Brightii, den Zellen der Samenkanälchen bei Greisen, in den Leberzellen, den Lymphdrüsenzellen, in den Linsenfasern bei Catarakt, in den Epithelzellen der Brustdrüse bei der Colostrumbildung.

Später studirte auch Virchow[4]) das Auftreten von Fettmolekülen in sich verändernden Gebilden, und schloss sich entschieden der Ansicht an, welche das Fett aus dem eiweissartigen Zelleninhalt in der Epoche vor dem endlichen Untergang der Zelle entstehen liess. Er sah es in den farblosen Blutkörperchen bei der Metamorphose der Blutgerinsel und im Blute selbst, in allen Epi-

---

1) Fick, Müller's Archiv. 1842. S. 19.
2) Rokitansky, allg. patholog. Anat. I. S. 147, 157, 287.
3) Reinhard, Arch. f. patholog. Anat. Bd. 1. 1847. S. 20.
4) Virchow, Arch. f. patholog. Anat. 1847. Bd. I. S. 94; 1852. Bd. IV. S. 261; Bd. 8. S. 538; Würzburger Verhandl. Bd. 7. S. 213.

thelzellen z. B. denen des Plexus chorioideus, der Nierenkapillaren, in den Knorpelkörperchen bei alten Leuten, in den Knochenkörperchen bei der Entzündung und bei dem Brüchigwerden der senilen Knochen, in den Nervenzellen bei gelber Hirnerweichung nach Arterienobliteration, in den Colloidkörperchen bei Kröpfen, in Nervenfasern und Muskelprimitivbündeln bei Entzündung und Lähmung. Ueber die Anordnung der Fettmoleküle innerhalb der Muskelprimitivbündel bei entzündlichen Prozessen und Atrophien handelten auch Wittich[1]), Förster[2]), Wachsmuth[3]) und Arth. Böttcher.[4]) Auch Frerichs[5]) sprach sich entschieden dahin aus, dass die fettige Degeneration der direkte Ausgang der Entzündung bei der Bright'schen Krankheit sei. In den Nervenfasern beobachtet man, sobald sie aufhören leitungsfähig zu sein, eine solche Verfettung mit Schwund des Markes z. B. nach Durchschneidung oder Unterbindung derselben, nach Zerstörung des Centralorganes, bei entzündlichen Vorgängen in der Umgebung. (Wundt[6]) etc.)

Die fettige Metamorphose kann auch den ganzen Körper ergreifen und akut auftreten, so z. B. bei Phosphorvergiftung, nach reichlichen Blutverlusten, mehr chronisch bei Säufern; die Bedingungen wirken dann nicht mehr lokal, sondern sind über den ganzen Körper verbreitet. Bei neugebornen Kindern hat Buhl[7]) eine akute Fettdegeneration beobachtet, bei welcher von einer parenchymatösen Entzündung aller Organe aus, durch consekutive Ernährungsstörungen, vor Allem das Herz, die Leber und die Nieren ergriffen werden. Die gleiche Erkrankung sah Fürstenberg[8]) bei neugebornen Lämmern, Fohlen und Kälbern auftreten, er leitet sie aber von einem durch Erkältung der jungen Thiere entstandenen akuten Rheumatismus und dadurch herbeigeführter Entzünd-

1) Wittich, Arch. f. path. Anat. Bd. 9. S. 195.
2) Förster, Arch. f. path. Anat. Bd. 12. S. 204.
3) Wachsmuth, Ztschft. f. rat. Med. N. F. Bd. 7. S. 50.
4) Böttcher, Arch. f. path. Anat. 1858. Bd. 13. S. 227.
5) Frerichs, die Bright'sche Krankheit. 1851. S. 30.
6) Wundt, über das Verhalten der Nerven in entzündeten und degenerirten Organen, diss. inaug. Heidelberg 1856.
7) Buhl, Klinik der Geburtskunde von Hecker und Buhl. 1861. S. 296.
8) Fürstenberg, Arch. f. path. Anat. 1864. Bd. 29. S. 152.

ung einzelner Organe ab. Von grossem Interesse ist die von Roloff[1]) gegebene Beschreibung der nämlichen Veränderung bei Schweinen englischer Race; bei denselben war die exquisiteste fettige Entartung der Muskeln und Drüsen vorhanden, aber ohne Erscheinungen einer vorausgegangenen Entzündung; die Krankheit ist häufig schon in der zweiten Hälfte des Fötuslebens ausgebildet und die Neigung zu übermässiger Fettbildung ist von der Mutter übertragen, so dass ganz deutlich eine gestörte Ernährung als Ursache hervortritt. Es werden vorzüglich Ferkel der kleinen Raçe, welche abnorm viel Fett und wenig Fleisch liefern, befallen. Ich glaube, dass sich durch die Mast von Generation zu Generation allmählich ein Missverhältniss zwischen Sauerstoffaufnahme und Zersetzung von Eiweiss einstellt und das Fett unverbrannt in den Gewebstheilen liegen bleibt und diese an der normalen Aktion hindert. So habe ich eine hochgradige Fettentartung bei Gänsen beobachtet, welche längere Zeit ausschliesslich mit Reis in grösseren Quantitäten ernährt worden waren.

Ich habe die betreffenden Beobachtungen ausführlich aufgezählt, um darzuthun, dass es sich dabei um einen allgemeinen Vorgang handelt, welcher stattfindet, sobald die Zelle unter gewisse veränderte Bedingungen geräth. Sobald ein Organtheil gar nicht mehr ernährt wird oder durch irgend welche Ursache bei gestörter, jedoch noch vorhandener Ernährung nicht mehr regelrecht funktionirt, treten die bezeichneten Erscheinungen auf; die Vorgänge sind in beiden Fällen nicht die gleichen, im ersteren, bei völlig aufgehobenem Ernährungseinfluss, findet sich eine käsige Degeneration mit Vertrocknung, im letzteren die eigentliche fettige Umwandlung. Es ist möglich, dass auch verschiedene Produkte dabei entstehen; ich hoffe hierüber später Näheres berichten zu können.

Woher rührt aber hier das Fett? Man könnte ebenso wie bei der Transplantation thierischer Theile in die Bauchhöhle oder der Leichenwachsbildung an eine Infiltration des Fettes von Aussen oder ein Liegenbleiben des vorhandenen Fettes denken. Gewiss ist eine Infiltration von Fett in die Zellen möglich und bei der

1) Roloff, Arch. f. path. Anat. 1865. Bd. 33. S. 553.

Fettleber, wenn das Fett zunächst um die Pfortaderräste abgelagert ist, oder bei der Ansammlung von Fett im Unterhautzellgewebe durch Ernährung, mit grösseren Fettmengen findet sie wohl statt, aber es ist nicht wahrscheinlich, dass das Auftreten der Fettmoleküle in allen den eben angegebenen Fällen auf diese Weise zu erklären ist. Lehmann[1]) neigte sich zwar einer solchen Vorstellung hin, aber Virchow machte schon darauf aufmerksam, dass das infiltrirte Fett in Tropfen von verschiedener Grösse vorkommt, aber nicht feinkörnig, wie man es bei der fettigen Degeneration wahrnimmt. Andere glaubten, es handle sich nicht um eine Ablagerung oder eine Erzeugung von Fett, sondern das schon normal vorhandene Fett werde bei der Erkrankung des Organes durch Aufhebung der Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen nur frei und dadurch sichtbar. Diese Ansicht sprach namentlich H. Weber[2]) aus, weil er aus fettig entarteten Herzen nicht mehr Aetherextrakt erhielt als aus normalen. Die gesunden Organe enthalten stets eine gewisse Menge von Fett in unsichtbarem Zustande und es ist wohl möglich, dass dieses bei der Erkrankung zuerst verschwindet und allmählich das andere sich ansammelt; in einem gewissen Stadium wird dann nicht mehr Fett vorhanden sein als normal, und erst bei weiterem Fortgang des Prozesses wird das neu auftretende überwiegen. Damit stimmen auch die Analysen von Böttcher überein; derselbe fand den Fettgehalt normaler Herzen je nach dem Ernährungszustande des Körpers sehr variirend (von 9—13%), im Mittel 9.9%; bei der Fettmetamorphose waren die Schwankungen grösser, nämlich zwischen 10—17%, Mittel 12.7%.

Es bleibt kaum etwas anderes übrig als hierbei ein Entstehen des Fettes aus der Hauptsubstanz der Organtheile, aus dem Eiweiss, anzunehmen. Es handelt sich offenbar um eine Modifikation der normalen Ernährung, um unter veränderten Bedingungen stattfindende Ernährungs- und Umsetzungsprozesse. Es liegen verschiedene Möglichkeiten vor. Es könnte ein normal nicht vorkommender Modus des Zerfalles vorliegen, bei dem unter anderen Stoffen auch

1) C. G. Lehmann, physiolog. Chem. Bd. I. S. 265.
2) H. Weber, Arch. f. path. Anat. 1857. Bd. 12. S. 326.

Fett auftritt; dies ist aber nicht wahrscheinlich, da nach unseren späteren Erörterungen das Eiweiss normal stets in stickstoffhaltige Produkte und Fett zerfällt. Es ist vielmehr höchst wahrscheinlich, dass die Art des Zerfalles sich von der normalen Zersetzung nicht unterscheidet. In diesem Falle könnte es sich um die Wirkung einer zu geringen Sauerstoffzufuhr durch die aufgehobene oder die gestörte Ernährung handeln, wodurch das Fett, welches in derselben Menge wie normal aus der Eiweisszersetzung hervorgegangen ist, nicht genug Sauerstoff zur Verbrennung findet. Endlich könnte mehr Eiweiss wie normal zerfallen, indem eine grössere Quantität Organeiweiss in das leicht sich zersetzende cirkulirende Eiweiss übergeht, so dass mehr Fett entsteht, als oxydirt werden kann. Es scheint, dass die beiden zuletzt genannten Umstände die Ursache des Auftretens von Fett in den Organen sind.

Man hat endlich darzuthun gesucht, dass auch im normalen Zustande, bei den gewöhnlichen Vorgängen der Ernährung, eine Umwandlung eiweissartiger Materie in Fett geschieht. Ein sicherer Nachweis der Art wäre für unsere Frage von der grössten Bedeutung, denn wenn auch ausserhalb des Körpers unter gewissen Bedingungen oder innerhalb desselben bei pathologischen Vorgängen eine solche Zersetzung völlig sicher gestellt wäre, so könnte dieselbe doch im normalen lebenden Organismus sich nicht finden, somit für die Fettbildung in ihm ganz bedeutungslos sein.

Nach Burdach soll bei der Entwicklung der Eier einer Lungenschnecke (limnaeus stagnalis) Eiweiss in Fett übergehen. Baudrimont und Martin St. Ange, sowie Prévost und Morin geben zwar übereinstimmend an, dass der Fettgehalt der Hühnereier während der Bebrütung sich mindere; Burdach hat aber die Eier von limnaeus bei Beginn der Furchung und zur Zeit der fast vollendeten Entwicklung verglichen. Leider hat Burdach, wie Gorup schon einwendet, nur zwei Versuche gemacht und die mit Wasser behandelten Alkohol- und Aetherextrakte zur Berechnung des Fettes genommen; es wäre daher eine Wiederholung, wie Burdach selbst sagt, sehr wünschenswerth. Burdach gab für das trockene Ei an:

	I.		II.	
	unentwickelt	entwickelt	unentwickelt	entwickelt
Eiweiss . . .	95.95	94.00	96.45	93.88
Fett	0,685	2.181	0,642	1.553
Asche	4.05	6.00	3.55	6.62

Hoppe[1]) hat ferner einen Ansatz von Fett aus dem Eiweiss der Nahrung wahrscheinlich zu machen gesucht. Er beobachtete nämlich bei einem Hunde nach Zusatz von Rohrzucker zum Fleisch der Nahrung eine viel ansehnlichere Gewichtszunahme als ohne denselben, zugleich wurde bedeutend weniger Stickstoff im Harn ausgeschieden. Aus diesen Daten kann man höchstens schliessen, dass unter dem Einfluss des Zuckers stickstoffhaltige Substanz angesetzt worden ist; dies schliesst auch Hoppe, nur nimmt er noch einen andern Ansatz, einen Ansatz von aus zersetztem Eiweiss entstandenem Fett an, weil sonst nach dem Stickstoffabgang und der Gewichtsvermehrung ein Gewebe von 6 % Stickstoff zurückgehalten worden wäre. Ein solcher Ausweg ist aber nur möglich, wenn man den vom Eiweiss bei der supponirten Fettbildung abgespaltenen Stickstoff, der ja im Harn fehlt, durch Haut und Lungen fortwandern lässt, wie Hoppe es noch thut. Ferner weiss man jetzt zur Genüge, dass aus der Aenderung des Körpergewichts nicht die mindeste Folgerung auf Ansatz oder Abgabe von Fleisch und Fett gemacht werden kann, da das Wasser zu sehr mit eingreift, und dass eine Fettaufspeicherung nur mit Hülfe eines Respirationsapparates oder durch Wiegen des Fettes festzustellen ist. Die ungenügende Gewichtsvermehrung des Hundes wäre sehr wohl durch eine neben dem Fleischansatz einhergehende Wasserabgabe zu erklären, wie sie immer beim Fleischansatz stattfindet; bei reiner Fleischfütterung hielt das Thier, dem Stickstoffabgang nach, 402 Grmm. Fleisch zurück und nahm nur um 225 Grmm. an Gewicht

1) Hoppe, Arch. f. pathol. Anat. 1856. Bd. 10. S. 144.

zu, bei Zuckerzusatz betrug der Fleischansatz 1144 Grmm., die Gewichtszunahme nur 972 Grmm., also hätte es in beiden Fällen 170 Grmm. mehr Fleisch abgelagert, als die Gewichtsvermehrung betrug, so dass ein Fettansatz bei der Zuckerfütterung durch nichts dargethan ist. Noch weniger ist eine Fettbildung aus Eiweiss aus Hoppe's Versuch abzuleiten, denn wenn er meint, das Fett müsse in den Zellen, wo es liegt, aus Eiweiss entstanden sein, und der Zucker gehe nicht in Fett über, weil im Thier Reduktionsprocesse selten sind und das Fett wegen der Impermeabilität der Membranen für Fett in den Fettzellen nicht abgelagert werden könne, so vergisst er, dass eine Fettbildung aus Eiweiss auch einen Reduktionsprocess voraussetzt und dass das in der Nahrung eingenommene Fett ohne Zweifel in Zellen abgesetzt gefunden wird und es ganz unmöglich ist aus dem zersetzten Eiweiss in allen Fällen den Fettansatz zu decken. Hoppe hat das grosse Verdienst meines Wissens zuerst auf die Möglichkeit einer Fettbildung im normalen Körper auf Kosten von Eiweiss wieder die Aufmerksamkeit gelenkt zu haben, aber ich leugne, dass sein Versuch irgend einen Anhaltspunkt für eine solche Lehre abgiebt.

Der erste Nachweis, dass im Thierkörper unter normalen Verhältnissen Eiweiss in Fett übergehen könne, wurde von Pettenkofer und mir[1]) geführt. Wir hatten einen Hund (in Versuch Nro. 1 und 11) mit sehr grossen Mengen reinen Muskelfleisches gefüttert und obwohl aller Stickstoff desselben im Harn und Koth zum Vorschein kam, nur einen Theil des Kohlenstoffs in den Ausgaben wieder gefunden; es blieb uns keine andere Möglichkeit übrig, als zu schliessen, dass sich bei der Zersetzung des Eiweisses der Stickstoff in der Form von Harnstoff abgetrennt hat, aber nicht alle dabei übrig gebliebene stickstofffreie, an Kohlenstoff reiche Substanz zu Kohlensäure und Wasser oxydirt, sondern wegen Mangel an Sauerstoff ein Theil derselben als Fett zurückgehalten und angesetzt worden ist. Denkt man sich nämlich nach Abtrennung alles Stickstoffs als Harnstoff in der stickstofffreien

1) Pettenkofer und Voit, Annalen der Chem. und Pharm. II. Suppl.-Bd. 1862. S. 52 und S. 361.

Gruppe den überschüssigen Sauerstoff mit dem ihm zukommenden Antheil Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigt, so bleibt ein Körper nahezu von der Zusammensetzung unserer Fette zurück.

Später hat auch Kemmerich[1]), ebenfalls beim Hunde, Versuche über die Umwandlung von Eiweiss in Fett gemacht. Schon Ssubotin[2]) sah bei Fütterung mit Fleisch procentig mehr Butter in der Milch auftreten und schloss daraus, dass das Fett der Milch des Fleischfressers zum grössten Theile aus Albumin hervorgeht. Kemmerich bestimmte, was natürlich allein entscheidet, die absolute Fettmenge der Milch bei möglichstem Ausschluss des Fettes und der Kohlehydrate aus der Nahrung und fand dann mehr Fett in der Milch als aufgenommen worden war. Eine Hündin von 17.5 Kilo Gewicht wurde 22 Tage lang mit 1500 Grmm. magerem Pferdefleisch gefüttert, welches vom 11. Tage an zur möglichsten Entfernung von Fett und Kohlehydraten ausgekocht wurde. Im Mittel betrug der tägliche Fettgehalt der Nahrung 15.9 Grmm. und in 255 Grmm. Milch gingen 22.1 Grmm. ab, also im Tag 6.2 Grmm. mehr, als in der Nahrung enthalten waren. Dies würde in der That beweisen, dass das Fett der Milch des Fleischfressers, wenigstens theilweise, aus Spaltungsprodukten des Eiweisses herstammt, wenn der Uebergang von Fett aus dem Körper ausgeschlossen ist. Dies glaubt auch Kemmerich, da das Thier dabei an Gewicht zunahm; ich halte dies wohl für sehr wahrscheinlich, jedoch nicht für völlig sicher gestellt, da die Zunahme des Körpergewichtes keinen Schluss der Art zulässt; es könnte sehr leicht bei der reichlichen Fleischfütterung eine Abgabe von Fett und eine Zunahme von Fleisch stattgefunden haben.

Nachdem Pettenkofer und ich einmal auf die genannte Quelle für Fett aufmerksam geworden waren, kamen wir natürlich auf den Gedanken, ob sie beim Fleischfresser neben dem Fett der Nahrung nicht die einzige sei. Bei reichlicher Fütterung mit Kohlehydraten allein oder unter Zusatz von Fleisch, konnten wir keinen Anhaltspunkt für eine Bildung und einen Ansatz von Fett aus Stärke oder

---

1) Kemmerich, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1866. Nro. 30.
2) Ssubotin, Arch. f. patholog. Anat. 1866. Bd. 36. S. 561.

Zucker beim Hunde gewinnen, stets war es möglich den nicht erscheinenden und angesetzten Kohlenstoff aus der bei der Zersetzung des Fleisches sich bildenden kohlenstoffreichen Substanz abzuleiten, nur bei Darreichung von 700 Grmm. reiner Stärke im Tag kam durch Haut und Lungen weniger Kohlenstoff in der Form von Kohlensäure zum Vorschein, als in der Stärke enthalten war, aber es ist hier sehr wohl ein Zurückbleiben eines Theiles der Stärke im Darm oder ein Uebergang in Grubengas möglich. Wir werden seiner Zeit die Details dieser Versuche noch auseinander setzen. Wir hatten zum ersten Male bewiesen, dass auf Kosten von reinem Fleisch Fett gebildet werden kann und es war uns wahrscheinlich geworden, dass jeder Ansatz von Fett im Körper des Fleischfressers nur durch Fett möglich ist, entweder aus dem in der Nahrung aufgenommenen Fett, oder aus dem bei der Zersetzung von Eiweiss entstandenen; bei Gegenwart von Stärke oder Zucker wird sich darnach das Fett nicht aus diesem, sondern aus dem durch sie vor der Verbrennung geschützten Fett des Eiweisses erzeugen.

Mit dieser Entdeckung von Pettenkofer und mir war eine neue Vorstellung gewonnen. Das was man bei der Zersetzung ausserhalb des Körpers, in pathologischen Fällen innerhalb desselben gesehen, für manche Fälle auch als normales Geschehen vermuthet, das war nun, wenigstens für den fleischfressenden Hund, als ein beständig vor sich gehender Process erkannt; immer spaltet sich bei ihm das Eiweiss wie bei der Adipocirebildung oder der fettigen Degeneration in einen stickstoffreichen Antheil und einen stickstofffreien fettartigen, der, wenn nicht genug Sauerstoff da ist, wenn z. B. bei Mastfutter die Kohlehydrate denselben für sich in Beschlag genommen haben, im Körper als Fett zurückbleibt. Bei der Mästung des Fleischfressers handelt es sich darnach nicht um die erst in einem bestimmten Moment eintretende Erzeugung von Fett, sondern nur um eine Nichtzerstörung des schon vorhandenen.

Man wird begreifen, dass die erlangte Vorstellung zur weiteren Verfolgung anlockte. Je mehr man darüber nachdachte, desto mehr gewann man die Ueberzeugung, dass es sich um ein allgemein gültiges Gesetz handle, durch das eine Menge von Erscheinungen, auch pathologische, ihre Erklärung fanden. Denn wenn die

Bildung von Fett aus Kohlehydraten beim Fleischfresser nicht möglich ist, so ist dies auch höchst wahrscheinlich beim Pflanzenfresser so. Die Nahrung der Fleisch- und Pflanzenfresser ist allerdings verschieden, aber nicht ihrer Zusammensetzung, sondern ihrer Form nach und darum sind verschiedene Anordnungen im Darm zu deren Bewältigung nöthig, in den Vorgängen im Leibe selbst ist bis jetzt kein principieller Unterschied aufgefunden worden. Ein Fleischfresser kann im Verhältniss ebensoviel Stärke oder Zucker aufnehmen, als ein Pflanzenfresser, aber er kann sie nicht, weil ihm die Apparate dazu abgehen, aus Heu oder Hafer in genügender Menge ausziehen; sind diese Stoffe aber einmal in's Blut und die Säfte gelangt, so erleiden sie nach den gleichen Gesetzen ihre Umwandlungen. Ich hatte zudem einige Berechnungen über die Thunlichkeit der Uebertragung dieser Anschauungen auf den Pflanzenfresser gemacht und nichts gefunden, was entschieden dagegen gesprochen hätte.

Darauf gestützt hielt ich mich für berechtigt vor einer im Jahre 1865 in München tagenden Versammlung deutscher Agrikulturchemiker in einem Vortrage über die Fettbildung im Thierkörper anzudeuten, dass vielleicht auch der Pflanzenfresser nicht die Fähigkeit habe, aus Kohlehydraten Fett zu machen. Ich sagte damals[1]): „Endlich könnte sich Fett aus Kohlehydraten erzeugen. Diese Bildungsweise des Fettes ist uns zweifelhaft geworden, denn es ist kein Beweis dafür, wenn man einen grösseren Fettansatz wahrnimmt, als Fett in der Nahrung enthalten war, weil in diesem Falle vielleicht das aus dem Eiweiss sich abspaltende Fett zurückgehalten werden kann, an Statt dessen die Kohlehydrate verbrennen. Für den Fleischfresser ist dieser Modus erwiesen, und für den Pflanzenfresser ist es nicht undenkbar, da bei diesem nach allen Erfahrungen die Fettmast nur durch gleichzeitige ausgiebige Eiweissnahrung gelingt, und Schweine z. B. durch Kartoffeln allein, trotz des grossen Stärkereichthums, nicht fett werden." Ich wurde damals durch Fischer aus Vaduz, welcher höchst lehrreiche Beobachtungen an Bienen beibrachte, auf die ich noch zurückkommen werde, auf's Lebhafteste unterstützt.

1) Voit, landwirthschaftl. Versuchs-Stationen. Bd. 8. 1866.

Ich betrachtete damals die Sache als eine aus manchen Thatsachen ableitbare Deduktion und es war die Aufgabe gegeben, durch Versuche die Richtigkeit derselben zu prüfen. Ich hatte mir, die hohe Wichtigkeit erkennend, vorgenommen, alles zur Lösung derselben zu thun, was in meinen Kräften steht. Nach unseren Versuchen am Hunde verhält sich die Zersetzbarkeit der Stoffe im Körper ganz anders, als man nach den Erfahrungen ausserhalb des Körpers vorausgesetzt hatte; im Körper sind eben die Bedingungen andere als ausserhalb. So hatte man gemeint, der Verbrennung von Eiweiss ständen die grössten Hindernisse im Wege, und nichts verbrenne leichter als das Fett; es verhält sich aber in Wahrheit im Körper gerade umgekehrt, denn in ihm zerfällt das cirkulirende Eiweiss in grösster Menge und mit grösster Leichtigkeit in die stickstoffhaltigen Produkte und Fett, dann folgen die Kohlehydrate und kein Stoff wird schwerer angegriffen, als das Fett. Wenn es nun möglich ist, in allen Fällen das im Körper erzeugte Fett aus dem Fett der Nahrung und dem aus dem zersetzten Eiweiss hervorgehenden Fett ohne Zuhülfenahme der Kohlehydrate abzuleiten, so ist damit die Frage entschieden und man wird weit leichter und einfacher die Erfahrungen bei der Mästung erklären.

Liebig, der bei dem genannten Vortrage zugegen war, erklärte sich mit meiner Folgerung nicht einverstanden: „wenn auch beim Fleischfresser die Fettbildung aus Kohlehydraten nicht geschehen könne, so erscheine es doch sehr zweifelhaft, dass dieser Satz auch für den Pflanzenfresser Geltung habe, es sei schwer anzunehmen, dass bei Milchkühen z. B. die Proteinsubstanzen und die Butter der Milch zusammen nur aus der Proteinsubstanz und dem meist geringen Fettgehalt der Nahrung herstammen solle."

Ich beschloss daher an diesem Beispiele zuerst die Theorie auf die Probe zu stellen.

Beim fleischfressenden Thier ist die Eiweissmenge, ja meist die Fettmenge der Nahrung gross genug, um das Fett der Milch zu liefern, wie ich mich im Jahre 1865 durch Versuche an einer Hündin, die ich noch mittheilen werde, überzeugt habe. Die tägliche Eiweisszersetzung beim Hunger giebt wenigstens 30 Grmm.

Fett, ansehnlich mehr als in der Butter ausgeschieden wird. Auch bei dem reichlichsten Zusatz von Kohlehydraten deckte das zerstörte Eiweiss noch das Fett der Milch, es war also beim Fleischfresser nicht möglich, eine Umwandlung eines Kohlehydrates in Fett zu constatiren.

Beim Pflanzenfresser dagegen, z. B. bei einer Kuh, welche täglich über 1 Pfund Fett in der Milch ausscheidet, und von der man glaubte, dass sie nur wenig Eiweiss und Fett in der Nahrung erhalte, schien ein sicherer Entscheid zu erwarten. In der That, der Fettgehalt der Milch einer Kuh wird als Maassstab für den möglichen Fettansatz am Körper betrachtet, denn Kühe mit butterreicher Milch bleiben trotz reichlichen und guten Futters mager, sie mästen sich aber, sobald die Menge der Milch und ihr Fettgehalt abnimmt.

Hermann v. Liebig[1]) glaubte aus den von Arendt, Bähr, Knop und Ritthausen an Milchkühen erhaltenen Resultaten meinen Satz als unberechtigt erweisen zu können. Obwohl H. v. Liebig alsbald eingesehen[2]) und auf's Freimüthigste ausgesprochen, dass er Anfangs meine Ansicht nicht ganz richtig aufgefasst hat, so gehe ich doch auf seine Darstellung ein, um ähnliche Missverständnisse von anderer Seite zu vermeiden. H. v. Liebig glaubte nämlich nur das über das Erhaltungsfutter hinausgehende Plus an Eiweiss oder Fett der Nahrung käme für die Milcherzeugung in Anschlag; er berechnete daher nach dem Gewicht der Thiere, wie viel sie nach den Erfahrungen der Landwirthe an Erhaltungsfutter nöthig hätten; von dem Ueberschuss über letzteres zog er nun vom Heu 60 %, vom Stroh 49 % ab, da soviel davon nach den Angaben von Henneberg und Stohmann im Koth wieder entfernt wird, und endlich den Eiweissgehalt der Milch. Darnach bleibt dann kein oder nur wenig Eiweiss zur Bestreitung des Milchfettes übrig und auch das Fett der Nahrung ist nicht hinreichend, den Rest zu decken. Ich meine aber, alles verbrauchte Eiweiss spalte sich immer in einen stickstoffhaltigen Antheil und

1) H. v. Liebig, landw. Versuchs-Stationen. 1866. Bd. 8. S. 216.
2) H. v. Liebig, landw. Versuchs-Stationen. 1866. Bd. 8. S. 246.

in Fett und dieses letztere werde bei Gegenwart von Kohlehydraten gespart und setze sich dann im Körper ab oder gehe in die Milch über. Es ist klar, dass dann alles das Eiweiss, was H. v. Liebig als Erhaltungseiweiss in Rechnung gebracht hat, mit herbeigezogen werden muss und vorausgesetzt, dass das Körpereiweiss sich nicht ändert, nur das im Koth und der Milch befindliche von dem der Nahrung abgezogen werden darf.

Es konnte hier nur der direkte Versuch entscheiden, denn keiner der bis jetzt angestellten war für unsere Zwecke zu verwerthen. Man musste den Stickstoff- und Fettgehalt des Futters einer Milchkuh genau kennen, dann den Stickstoff und Kohlenstoffgehalt des Harnes, ferner den Stickstoff- und Fettgehalt der Milch und endlich den Stickstoff- und Fettgehalt des Kothes. Es lässt sich dann entnehmen, ob das aus dem Stickstoff des Harnes berechnete zerstörte Eiweiss genügt, den Antheil des Fettes der Milch, der nicht durch das resorbirte Fett geliefert wird, zu decken.

Allerdings lud man sich damit ein gut Stück Arbeit auf und sie erwies sich auch schliesslich grösser, als man sie sich gedacht hatte; denn es war mir nicht möglich, den Versuch im physiologischen Institute abzumachen. Obwohl ich den Raum dazu hätte, eine Kuh unterzubringen, so wollte ich es doch nicht verantworten, ein so theueres Thier eines kurzen Versuches halber anzuschaffen, und ausserdem wären die Umständlichkeiten mit der Einrichtung und Wart zu gross gewesen. Ich musste mich daher nach auswärts wenden.

Zuerst wurde ein Vorversuch in der hiesigen Veterinärschule, deren Vorstände mir mit der grössten Bereitwilligkeit entgegen kamen, unternommen. Ich wollte mich dadurch vor Allem über den Grad der Wahrscheinlichkeit meiner Voraussetzung orientiren. Von den Thieren der Pepinière der genannten Anstalt wurde eine der besten Milchkühe, Montafuner Raçe, ausgewählt. Da dieselbe mit anderen im Stalle stand und es nicht ausführbar war, sie zu isoliren, so wurde die Nahrung und der Koth nicht berücksichtigt, sondern nur die Milch und der Harn aufgefangen und analysirt. Die Messung der Milch, welche Morgens und Abends entleert wurde, konnte mit Leichtigkeit geschehen; schlimmer aber war

es mit der Aufsammlung des Harnes. Es blieb schliesslich nichts anderes übrig, als denselben direkt aufzufangen, und ich hätte, wenn dies nicht möglich gewesen wäre, nach meinen anderweitigen Erfahrungen lieber auf den ganzen Versuch verzichtet; eine Correktur für den durch Entleeren des Harnes auf den Boden entstehenden Verlust anzubringen, schien mir bedenklich, und Apparate zum völligen Sammeln des Harnes, getrennt von dem Koth, konnte ich nicht ausfindig machen. Zum Auffangen des Harnes wurden nun die Eleven der Schule beordert, die auch in der That abwechselnd das Geschäft Tag und Nacht besorgten. Ich bin überzeugt, dass an den beiden ersten Tagen kein Harn verloren ging, später wurde jedoch die Wache, was nicht zu verdenken ist, der Sache überdrüssig und man konnte sich höchstens noch auf die Ergebnisse des 3. und 4. Tages verlassen, am 5. und 6. Tage betrug die Menge des gesammelten Harnes nur mehr den dritten Theil des der beiden ersten Tage; schliesslich war der Widerstand so gross, dass man den Versuch unterbrechen musste.

Die Kuh bekam am 1. und 2. Tage täglich etwa 11.2 Kilo Heu und 13.4 Kilo nasse Biertreber, wie sie es seit längerer Zeit verzehrt hatte. Nun gingen aber die Treber aus, so dass das Thier am 3. Tage Morgens noch Treber, von da ab aber nur mehr Heu erhielt, von welchem dann 15.1 Kilo im Tage verzehrt wurden. Nachdem das Thier in der Frühe nach dem Erheben Harn gelassen hatte und gemolken worden war, wurde der Versuch begonnen und schliesslich ebenso beendet.

Ich stelle zunächst die Ergebnisse der Milchanalyse zusammen:

Datum 1866	Milchmenge in Grmm.		In 100 Grmm. Milch sind[1]		
	Abends	Morgens	Fett	Zucker	Eiweiss
1. Nov.	6554	7885	4.42	4.51	2.93
2. „	6445	7580	3.93	4.51	2.62
3. „	6304	6669	4.25	4.54	2.59
4. „	5780	5980	4.86	4.36	2.80
5. „	4659	6138	5.09	4.61	2.20
6. „	4936	5812	4.72	4.57	2.14

1) Zur Bestimmung des Fettes der Milch wurden 20 CC. auf Quarzsand eingetrocknet, die trockene Masse mit dem Pistill zerrieben, das Pulver in Glas-

Der Harn verhielt sich folgender Maassen[1]):

Datum 1866	Harnmenge in Grmm.	sp. Gewicht	Stickstoff in %
1. November	18198	1011	0.746 / 0.755
2. „	17406	1012	0.763 / 0.763
3. „	9077	1021	1.276 / 1.284
4. „	8508	1025	1.192 / 1.202

Daraus ergeben sich nun folgende Zahlen:

Datum 1866	Tägliche Milchmenge in Grmm.	Täglich in der Milch in Grmm.			Tägliche Harnmenge in Grmm.	Tägliche Stickstoffmenge im Harn in Gr.
		Fett	Zucker	Eiweiss		
1. November	14439	639	651	423	18198	137
2. „	14025	550	631	367	17406	133
3. „	12973	551	588	326	9077	116
4. „	11760	570	512	329	8508	102
	53197	2310	2382	1445	53189	488

---

röhren eingefüllt, Aether mehrmals aufgegossen und nach längerem Stehen abgelassen. Ich habe auf diese Weise in je 2 Bestimmungen stets kleinere Differenzen als 0.1 % erhalten und nicht viel Aether verbraucht. — Das Eiweiss wurde in der schwach angesäuerten Milch in der Siedehitze coagulirt und mit dem eingeschlossenen Fett filtrirt; im Filtrat der Zucker durch Titrirung mit Fehling'scher Kupferlösung bestimmt.

1) 18 CC. Harn wurden auf Quarzsand unter der Luftpumpe getrocknet, die trockene Masse gepulvert, mit Natronkalk gemischt und in der Verbrennungsröhre verbrannt. Ich kannte leider damals die direkte Bestimmung des Stickstoffs nach Schneider-Seegen noch nicht aus eigener Anschauung. — Da das Thier mit den Trebern bis zum 3. Tage viel Wasser erhielt, so wurde die ersten beiden Tage viel mehr Harn abgesondert, derselbe war aber diluiter und enthielt prozentig weniger Stickstoff. Offenbar ersetzten die 4.5 Kilo Heu nicht die 13.4 Kilo Treber, daher weniger Stickstoff im Harn entfernt und auch weniger Milch producirt wurde.

Es frägt sich nun zuerst, wie viel das Eiweiss bei seinem Zerfall Fett giebt. Wir können darüber leider nichts Bestimmtes aussagen, da wir nicht wissen, in welcher Verbindung oder in welchen Verbindungen sich der Stickstoff davon absondert, und wie sich die Elemente des Restes verhalten, bis schliesslich das Fett entsteht. Wir behalten einen ganz anderen Rest übrig, je nachdem wir von dem Eiweiss den Stickstoff als Harnstoff oder als Harnsäure, als Kreatin, als Glycin etc. etc. abspalten. Bei den fleischfressenden Säugethieren möchte es wohl am wahrscheinlichsten und genauesten sein, den Harnstoff als erstes und hauptsächlichstes Produkt anzunehmen. Trennt man von 100 Grmm. trockenem Eiweiss den Stickstoff als Harnstoff ab, so bleibt als Rest zurück:

	in 100 Eiweiss	in 33.45 Harnstoff	Rest
C	53.53	6.69	46.84
H	7.06	2.23	4.83
N	15.61	15.61	—
O	23.80	8.92	14.88
	100.00	33.45	66.55

Dieser Rest hat im Vergleich mit dem Fett folgende prozentige Zusammensetzung:

	Rest	Fett
C	70.38	76.60
H	7.26	12.05
O	22.36	11.35
	100.00	100.00

Dem Kohlenstoffgehalt nach könnte der Rest 61 % Fett geben, so dass also darnach aus 100 Eiweiss 61 Fett hervorgehen würde; aber wir müssen bedenken, dass der Rest ansehnlich mehr Sauerstoff enthält als das Fett und dass, wenn wir den überschüssigen Sauerstoff mit Kohlenstoff verbinden, zu wenig Wasserstoff vorhanden ist. Die 4.83 Wasserstoff des Restes sind in 40.08 Fett enthalten; man könnte also annehmen, dass sich 100 Eiweiss in 33.45 Harnstoff, 40.08 Fett, 16.14 Kohlenstoff und 10.33 Sauerstoff trennen, und dass die beiden letzteren sich unter Zuhülfenahme von etwas atmosphärischem Sauerstoff zu Kohlensäure verbinden.

Henneberg[1]) lässt das Eiweiss in sich selbst, nach Analogie der Zuckergährung und ohne Eingriff des atmosphärischen Sauerstoffs, zerfallen, indem er nach Abrechnung des Stickstoffes als Harnstoff, zu dem Rest (66.5) 12.3 Wasser hinzutreten und 27.4 Kohlensäure austreten lässt; dann bleiben 51.39 Fett übrig, welche aus 100 Eiweiss hervorgehen. Da ich vor der Hand nichts besseres weiss, so lasse ich aus 100 Eiweiss 33.5 Harnstoff und 51.4 Fett entstehen. Es ist sehr leicht möglich, dass die Zersetzung auf eine ganz andere Weise stattfindet, dass mehr oder weniger Fett erzeugt wird, ersteres wenn noch andere Stoffe bei der Veränderung mit hinzutreten.

Bei den Vögeln und beschuppten Amphibien trennt sich vielleicht statt des Harnstoffs Harnsäure von dem Eiweiss ab, da man bei ihnen vorzüglich diesen Stoff im Harn antrifft und ihn auch nach der Unterbindung der Harnleiter im Blute und den Geweben findet. Es würden dann 100 Eiweiss in 46.8 Harnsäure, 46.7 Fett, 2.8 Wasser und 3.7 Kohlensäure übergehen. Vielleicht sind aber bei der Bildung der Harnsäure noch andere kohlenstoffhaltige Stoffe betheiliget, dann würde aus dem Eiweiss mehr Fett entstehen, als eben angenommen worden ist.

Sicherlich ist das letztere der Fall bei dem Auftreten der kohlenstoffreichen Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser, und man würde daher einen grossen Fehler begehen, wollte man von dem Eiweiss die Elemente der Hippursäure abziehen. Nach den Untersuchungen von Meissner und Shepard[2]) bezieht der stickstoffhaltige Theil der Hippursäure den stickstofffreien aus der Nahrung. Ob aber deshalb gerade Glycin als erstes Zersetzungsprodukt aus dem Eiweiss entsteht, ist mindestens zweifelhaft. Bei Thieren, welche im Harn Hippursäure ausscheiden, findet man nämlich im Blute weder unter gewöhnlichen Umständen, noch nach Ausschneidung der Nieren Glycin, sondern Harnstoff. Schweine, die ein Futter erhalten, bei dem reine Pflanzenfresser reichlich Hippur-

---

1) Henneberg, landw. Versuchs-Stationen, 1868, Bd. 10, S. 437.

2) Meissner und Shepard, Unters. über das Entstehen der Hippursäure im thier. Organismus, 1866.

säure produciren, entleeren im Harn nur Harnstoff. Beim Hunger oder bei gewisser Beschaffenheit der Nahrung oder gewissen Zuständen des Körpers verschwindet die Hippursäure im Harn der Pflanzenfresser und es erscheint dafür nicht Glycin, sondern Harnstoff. Nimmt man dies alles zusammen, so ist es am wahrscheinlichsten, dass unter bestimmten Bedingungen auch beim Pflanzenfresser aus Eiweiss Harnstoff hervorgeht, unter anderen aber und zwar unter Mitwirkung und Eintritt einer stickstofffreien Substanz neben dem Harnstoff und statt eines Theiles desselben Hippursäure sich bildet. Ich trenne deshalb auch bei der Kuh vom Eiweiss zunächst die Elemente des Harnstoffes ab und lasse wie beim Fleischfresser daraus 51.4 % Fett entstehen. Ich gebe aber gerne zu, dass alle obigen Deduktionen über die Menge des bei der Umsetzung des Eiweisses entstehenden Fettes auf Genauigkeit keinen Anspruch machen können, ich vermag jedoch vorerst nichts Besseres an die Stelle zu setzen. Ich werde jede Aufklärung in dieser Sache mit Freuden begrüssen; ich fürchte aber, dass es noch lange währen wird, bis wir zu einer genügenden Einsicht in den Spaltungsmodus des Eiweisses kommen werden, bis wir wissen, welches die nächsten Produkte in den verschiedenen Organen sind und wie weit die stickstofffreien Substanzen sich schon dabei betheiligen.

Die 488 Grmm. Stickstoff im Harn der Kuh entsprechen einem Eiweissumsatz von 3126 Grmm., welche 1607 Grmm. Fett liefern würden, während in der Milch 2310 Grmm. enthalten waren, es fehlen demnach noch 703 Grmm. Fett = 30 %. Nun ist aber zu bedenken, dass in der Nahrung schon eine ansehnliche Menge Fett enthalten ist. Das Thier verzehrte in den 4 Tagen etwa 51 Kilo Heu und 34 Kilo Treber. Im frischen Heu bestimmte ich 3.1 % Fett, in den frischen Trebern 1.5 %; es wurden also im Ganzen 2091 Grmm. Fett verzehrt. Da nach weiteren Bestimmungen von mir etwa 39 % dieses Fettes nicht resorbirt, sondern im Koth entfernt werden, so wären also von der Nahrung noch 1275 Grmm. Fett disponibel. Nach Deckung der 703 Grmm. Fett für die Milch wären noch 572 Grmm. Fett mit 438 Grmm. Kohlenstoff für den Michzucker bereit; der Milchzucker der Milch beträgt 2382 Grmm. und enthält 954 Grmm. Kohlenstoff. Es ist demnach

wahrscheinlich, dass das Fett der Nahrung und das aus dem umgesetzten Eiweiss hervorgehende Fett das Fett der Milch, ja sogar einen guten Theil des Milchzuckers deckt. Das Ergebniss dieses vorläufigen Versuches liess auf's Deutlichste die Möglichkeit der gemachten Annahme erkennen und es konnte mit Zuversicht an ein entscheidendes Experiment gegangen werden.

Es war mir aber leider lange nicht möglich, den Versuch mit allen Vorsichtsmaassregeln zu wiederholen, da ich zu dem Zwecke vollkommen freie Verfügung über das Versuchsobjekt und die nothwendigen Lokalitäten haben musste. Endlich fand sich die Gelegenheit dazu. Einer unserer besten Mitbürger, Herr Fabrikant Riemerschmidt, der nie zurücksteht, wo es gilt eine gute Sache mit allen Mitteln zu unterstützen, überliess mir auf's Freigebigste seine Milchkuh und seine Räumlichkeiten zur Ausführung des Versuches. Meine Assistenten und Schüler, die Herren E. Bischoff, Fr. Hofmann, X. Pettenkofer und P. Aichberger unterzogen sich, in Erforschung der Wahrheit beschwerliche Arbeit nicht achtend, der Aufgabe, sechs Tage und sechs Nächte bei dem Thiere zu wachen, um sämmtlichen Harn und Koth direkt aufzufangen. Das Experiment ist auf diese Weise vollkommen geglückt und ich kann das Resultat desselben als sicher hinstellen.

Die Kuh stand in einem abgesonderten Raume des Stalles, welcher Platz genug bot, dass die Wache, mit den nöthigen Gefässen versehen, hinter dem Thier stehen und im Moment bereit sein konnte, den Harn oder Koth zu sammeln. In 24 Stunden wurde im Mittel 9 Mal (8—10 Mal) Harn gelassen und stets mehr als 1000 CC., manchmal selbst über 5000 CC.; der Koth wurde 12 Mal im Mittel (9—14 Mal) entleert. Die Kuh harnte oder kothete niemals im Liegen und es war möglich aus der Stellung des Thieres zu entnehmen, ob eine Entleerung von Harn oder Koth stattfinden sollte. Während der 6 Beobachtungstage ging so gut wie kein Harn und Koth verloren.

Die Kuh hatte seit Monaten nur Heu und Mehl als Nahrung erhalten, in einer Menge, die sie zu einer reichlichen Milchabsonderung befähigte und die beim Versuch beibehalten werden sollte; es war daher anzunehmen, dass sie sich im Stickstoffgleichgewicht befand.

Nachdem sie in der Frühe des ersten Tages nach dem Erheben vom Lager viel Harn entleert hatte und gemolken worden war, wurde der erste Versuchstag begonnen und am zweiten Tage ebenfalls nach der Entleerung der Blase beendet; so geschah es auch an den übrigen Tagen. Auf diese Weise wurde der auf den Tag treffende Harn so genau als möglich erhalten, was aus der Gleichmässigkeit der Harnmengen an den sechs Tagen zu entnehmen ist. Der während 24 Stunden gesammelte Harn wurde in einem grossen Gefässe sorgfältig gemischt und davon die Proben zur Analyse genommen. Die Stickstoffbestimmungen geschahen wie im vorigen Falle durch Trocknen von 18 CC. Harn auf Quarzsand unter der Luftpumpe und Verbrennen mit Natronkalk in der Verbrennungsröhre.

Auf die Nahrung musste sorgfältig Rücksicht genommen werden. Es wurde durch einige Vorversuche ermittelt, wie viel das Thier für gewöhnlich Heu und Mehl zu sich nahm, und nun am Tag vor Beginn des Versuches das Heu, welches von der gleichen Wiese stammte, für jeden Tag abgewogen und in Bündel gebunden; ebenso wurde das Mehl abgewogen und nun von den beiden Nahrungsmitteln die Proben für die Analysen genommen. Eine Abgabe oder Aufnahme von Wasser von Seite des Heu's oder Mehl's war daher nicht mehr schädlich, da ein neues Bündel erst gereicht wurde, wenn das andere völlig verzehrt war. Das Thier erhielt 3 Mal in 24 Stunden zu fressen, Früh 5 Uhr, Mittag 11 Uhr und Abends 5 Uhr. Die Stickstoffbestimmung geschah nach vorherigem Trocknen des Heu's und Mehl's bei 100° C. durch Verbrennen mit Natronkalk. Zur Ermittelung des Fettgehaltes wurden die trockenen Stoffe mit Aether behandelt, der Aether abgedampft und der mit Wasser erschöpfte Rückstand getrocknet und gewogen. Ich weiss wohl, dass durch den Aether auch wachsartige Körper und Chlorophyll aufgenommen werden, aber diese finden sich wieder im Koth und werden dann daraus durch Aether ebenfalls ausgezogen und in Rechnung gebracht.

Die Milch wurde Morgens und Abends aus der Drüse entleert; aus der Menge derselben ersieht man, dass die Kuh in voller Laktation sich befand. Die Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile der Milch geschahen, wie vorher schon angegeben.

Die Mengen der Einnahmen und Ausgaben stellten sich folgender Maassen[1]:

Nro.	Einnahmen		Ausgaben					
	Heu	Mehl	Harn in CC.	spec. Gewicht	Milch in Cub. Cent.			Koth
					Abends	Morgens	Gesammt	
1.	10080	2453	21645	1024.5	5890	4460	10350	29344
2.	15120	2453	22684	1025.0	5020	4935	9955	27860
3.	13440	2453	20065	1025.0	4540	4975	9515	27524
4.	13440	2453	21392	1025.5	5270	4245	9515	35980
5.	13440	2453	22808	1026.0	4300	4700	9000	29904
6.	13440	2453	22150	1025.0	3610	5350	8960	30520
Summe	78960	14718	130744	—	28630	28665	57295	181132
Mittel	13320	2453	21790	1025.2	4771	4776	9547	30189

Im Heu fanden sich:

	15.30 % Wasser
	84.70 % feste Theile
im trockenen Heu	1.63 % Stickstoff
im frischen Heu	1.38 % Stickstoff
im trockenen Heu	3.64 % Fett
im frischen Heu	3.08 % Fett

Im Mehl fanden sich:

	13.50 % Wasser
	86.50 % feste Theile
im trockenen Mehl	2.82 % Stickstoff
im frischen Mehl	2.44 % Stickstoff
im trockenen Mehl	2.55 % Fett
im frischen Mehl	2.21 % Fett

Ich theile nun die Analysen der Ausgaben mit. Zunächst die der Milch:

Eiweiss.

Nro.	In 100 CC. Milch		Abends	Morgens	Gesammt
	Abends	Morgens			
1.	3.67	3.56	205.4	158.8	374.2
2.	3.02	3.35	151.7	165.5	317.2
3.	3.56	3.50	161.8	174.0	335.8
4.	3.17	3.41	167.2	144.7	311.9
5.	2.83	2.98	121.9	140.2	262.1
6.	3.12	3.06	112.5	163.8	276.3
Summe	—	—	930.6	946.9	1877.5
Mittel	3.23	3.31	155.1	157.8	312.9

1) In meiner vorläufigen Mittheilung an die Akademie (Sitz.-Berichte 1867, II. S. 402) sind bei der ersten Berechnung einige Fehler gemacht worden, deren Correktur aber das Resultat nicht wesentlich alterirt.

Fett.

Nro.	In 100 CC. Milch		Abends	Morgens	Gesammt
	Abends	Morgens			
1.	3.78	2.77	322.5	123.5	346.1
2.	4.05	3.17	203.3	156.7	360.0
3.	3.20	2.70	145.2	134.2	279.4
4.	4.44	3.09	234.1	131.0	365.1
5.	4.77	3.68	205.1	173.7	378.8
6.	3.41	3.20	123.3	171.3	294.6
Summe	—	—	1133.5	890.5	2024.1
Mittel	3.94	3.10	188.9	148.4	337.3

Zucker.

Nro.	In 100 CC. Milch		Abends	Morgens	Gesammt
	Abends	Morgens			
1.	5.02	5.50	296.0	245.5	541.5
2.	5.96	5.89	299.4	290.7	590.1
3.	5.51	5.49	250.4	273.1	523.5
4.	5.64	5.42	297.2	230.1	527.3
5.	5.40	5.55	232.4	261.1	493.5
6.	5.87	5.49	211.9	294.0	505.9
Summe	—	—	1587.3	1594.5	3181.8
Mittel	5.57	5.56	264.6	265.7	530.2

Analyse des Harns:

	Stickstoff in 100 CC.	im Ganzen
1.	0.4916 0.4831	105.49
2.	0.4809	97.74
3.	0.4196 0.4280	85.03
4.	0.4238	90.62
5.	0.4196	95.70
6.	0.3941 0.3984	87.77
		562.35

Auf 1 Theil Stickstoff treffen nach meinen Analysen im Kuhharn 2.73 Theile Kohlenstoff, im Hundeharn 0.68, im Menschenharn 0.72, im Harnstoff 0.43, in der Hippursäure 7.71. Im sechstägigen Kuhharn befanden sich demnach 1535 Grmm. Kohlenstoff; wäre der Harnstoff der einzige organische Bestandtheil im Harn gewesen, dann hätte der letztere nur 241 Grmm. Kohlenstoff enthalten, bei der Hippursäure 4415 Grmm.

Analyse des Kothes:

	Feste Theile.	
	in %	im Ganzen
1.	15.9	4665.7
2.	15.9	4429.7
3.	12.0	3302.9
4.	15.2	5468.9
5.	15.7	4694.9
6.	15.9	4852.7
	Summe	27414.8
	Mittel	4569.1

im trockenen Koth sind	2.11	2.10 % Stickstoff
" " " "	2.09	
" " " "	3.98	4.01 % Fett
" " " "	4.05	

Zunächst ist zu bemerken, dass das Thier, das lange Zeit vorher schon das nämliche Futter zu sich genommen hatte, sich im Stickstoffgleichgewicht befand, d. h. ebensoviel Stickstoff in der Nahrung einnahm, als es im Harn und Koth ausgab. Es enthalten nämlich:

78.960 Kilo Heu	1089.65 Grmm. Stickstoff
14.718 Kilo Mehl	359.12 Grmm. Stickstoff
Einnahmen	1448.77 Grmm. Stickstoff
130.774 Liter Harn	562.35 Grmm. Stickstoff
57.295 Liter Milch	293.08 Grmm. Stickstoff
181.132 Kilo Koth	575.71 Grmm. Stickstoff
Ausgaben	1431.14 Grmm. Stickstoff

Es ist dies abermals ein Beweis dafür, dass aller Stickstoff der im Körper zerstörten stickstoffhaltigen Stoffe durch Harn, Koth und Milch und nicht auf irgend einem anderen unbekannten Wege ausgeführt wird. Das geringe Minus von 17.63 Grmm. = 1.2 % liegt in den Fehlerquellen. Man muss bedenken, um welche Massen es sich bei einem so grossen Thiere handelt; man hat es täglich mit 16 Kilo Nahrung ohne das Trinkwasser, mit 22 Liter Harn, 9 Liter Milch und 30 Kilo Koth zu thun und man ist genöthiget, aus kleinen Quantitäten, die man analysirt, auf die grossen Zahlen zu rechnen. Die Hauptmasse des eingenommenen Stickstoffs geht unbenützt im Koth wieder weg, in der Milch verlässt halb so viel unzersetztes Eiweiss den Körper, als im ganzen

Organismus zerstört wird. Ebensoviel wäre wohl bei der Mästung als Fleisch angesetzt worden, was für den Tag 313 Grmm. trockenes Eiweiss oder 1426 Grmm. frisches Fleisch betragen würde.

Die Menge der Abend- und Morgenmilch ist nicht verschieden, auch nicht ihr Gehalt an Eiweiss und Milchzucker, wohl aber der an Fett, denn in der Abendmilch wird prozentig und absolut ansehnlich mehr Fett entleert als in der am Morgen gemolkenen Milch. Auf die Abendmilch trifft in 12 Stunden eine 2malige Fütterung (mit 8.4 Kilo Heu und 1 Kilo Mehl), auf die Morgenmilch nur eine 1malige (mit 5.0 Kilo Heu und 0.5 Kilo Mehl). Den Tag über geht also trotz der nahezu doppelt so grossen Futtermenge nicht mehr Eiweiss und Zucker in die Milch über, und wird auch nicht mehr Milch gebildet, aber mehr Fett. Im Mittel treten im Tag mit der Milch aus:

318	Grmm.	Eiweiss
337	„	Fett
530	„	Milchzucker.

Die Fettmenge der Milch wäre unter anderen Verhältnissen zum Mindesten an anderen Körperstellen aufgespeichert worden, also nahezu soviel Eiweiss wie Fett.

Die Kuh resorbirte täglich 889 Grmm. eiweissartige Substanz, 276 Grmm. Fett und 7514 Grmm. Kohlehydrate[1]); drückt man letztere in ihrem Aequivalent Fett aus, so hätte das Thier neben 889 Grmm. Eiweiss 3281 Grmm. Fett verbraucht, d. i. 1 Theil Eiweiss auf 3.7 Theile Fett. Die 4026 Grmm. des resorbirten Kohlenstoffes vertheilen sich, wenn man von einem Ansatz absieht, wie folgt:

auf den Harn	257	Grmm.	=	7 %
auf die Milch	660	„	=	16 %
auf die Respiration	3109	„	=	77 %

es gehen also 34 % des resorbirten Stickstoffs und 16 % des resorbirten Kohlenstoffs in die Milch über.

1) In 11.282 Kilo trockenem Heu sind (bei 45.9 %) 5178 Grmm. Kohlenstoff; in 2.122 Kilo trockenem Mehl (bei 45.4 %) 963 Grmm. Kohlenstoff, im Ganzen 6141 Grmm.; in 4.569 Kilo trockenem Koth befinden sich (bei 46.3 %) 2115 Grmm. Kohlenstoff. Es sind also 4026 Grmm. Kohlenstoff in die Säfte übergegangen. Das resorbirte Eiweiss enthält 476 Grmm. Kohlenstoff, das Fett 211 Grmm., es bleiben daher noch 3339 Grmm. Kohlenstoff für die Kohlehydrate übrig = 7514 Grmm. Stärke.

Was nun unsere Hauptfrage betrifft, so ergiebt sich Folgendes. In 78.96 Kilo Heu sind 2431.97 Grmm. Fett, in 14.718 Kilo Mehl 325.77 Grmm. Fett, im Ganzen wurden also 2757.74 Grmm. Fett mit der Nahrung aufgenommen; in 181.132 Kilo Koth sind 1099.33 Grmm. Fett wieder entfernt worden, es sind also 1658.40 Grmm. Fett im Darm resorbirt worden. Die im Harn enthaltenen 562.35 Grmm. Stickstoff entsprechen (bei 15.61 $^0/_0$) 3602 Grmm. Eiweiss. Diese liefern nach unseren obigen Betrachtungen 1851 Grmm. Fett.[1])

Wir hätten also im Ganzen aus dem von der Nahrung resorbirten und aus dem vom zerstörten Eiweiss herrührenden Fett 3509 Grmm. Fett zur Verfügung, in der Milch befinden sich nur 2024 Grmm. Fett, also sind 1485 Grmm. Fett überschüssig vorhanden. Diese letzteren schliessen 1137 Grmm. Kohlenstoff ein, die in der Milch neben dem Fett enthaltenen 3182 Grmm. Milchzucker, 1275 Grmm. Es vermag also das aus der Nahrung aufgenommene und das aus dem Eiweiss entstandene Fett nicht nur das Fett, sondern auch nahezu den Milchzucker der Milch zu liefern, so dass man wenigstens für den obigen Fall die Kohlehydrate keinesfalls für das Fett, und wahrscheinlich auch nicht für den Milchzucker zu Hülfe zu nehmen braucht.

Es ist bei der Beurtheilung obiger Resultate noch Einiges zu bedenken. Es wird dabei die Grösse der Eiweisszersetzung im Körper allein nach dem Stickstoff im Harn beurtheilt, während dies doch offenbar nicht richtig ist. Bei dem Pflanzenfresser und namentlich dem Wiederkäuer ist der Darm ein ganz ansehnlicher Theil des Körpers, in welchem gewichtige Processe vor sich gehen, und es wird sicherlich eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Zersetzungsprodukte, zum Theil auch von den grösseren in den Darm mündenden Drüsen herrührend, mit dem Koth entleert. Der Hunger- und der reine Fleischkoth der Fleischfresser ist nach meinen Beobachtungen nicht ein Residuum der Nahrung, sondern ein Ausscheidungsprodukt des Darms; dieses ist beim Pflanzenfresser nur durch die gewaltigen Massen der unverdauten Nahrung verdeckt. Beim hungernden Hunde macht die Stickstoffmenge des Kothes

1) Ich habe bei meiner vorläufigen Anzeige aus 100 trockenem Eiweiss 59 Fett entstehen lassen, daher die Abweichungen von der damaligen Darstellung.

d. i. der im Darm ausgeschiedenen Zersetzungsprodukte etwa den 35. Theil der gesammten umgesetzten Stickstoffmenge aus, bei sehr reichlicher Fleischfütterung etwa den 100. Theil. Eine solche Bestimmung ist beim Pflanzenfresser bis jetzt nicht möglich; es wird aber wohl bei diesem der Länge des Darms und der Grösse der Darmthätigkeit halber der Stickstoffabgang durch den Darm wohl verhältnissmässig grösser sein. Grouven[1]) hat angegeben, dass bei Fütterung der Ochsen mit Roggenstroh und stickstofflosen Stoffen der mit dem Koth entleerte Stickstoff oft beträchtlich mehr beträgt als der des Futters, und dass das Plus (S. 426) im Tag bis zu 2 Grmm. ausmacht; der Stickstoff der im Koth entfernten Zersetzungsprodukte ist jedoch vielleicht noch grösser, da von dem Stroh doch gewiss etwas stickstoffhaltige Substanz resorbirt wird. Kühn, Aronstein und Schultze[2]) suchten die Menge der Stoffwechselprodukte im Koth des Pflanzenfressers annähernd zu bestimmen; sie nahmen dabei nur auf die Galle Rücksicht und berechneten den Stickstoff des Wasserextraktes des Kothes auf Taurin und das Aether- und Alkoholextrakt auf die übrigen Gallenbestandtheile. Sie fanden so, dass im Maximum die Galle etwa 8 % des trockenen Kothes ausmacht. Wer einmal den Koth eines Fleischfressers untersucht hat, weiss, dass eine solche Berechnung sehr misslich ist, denn es findet sich in demselben kein Taurin oder Glycin mehr vor, auch keine Glyco- oder Taurocholsäure, aber allerdings kleine Mengen der stickstofffreien Cholsäure; der Haupttheil jedoch besteht entweder gar nicht aus Gallerückständen, oder aus so sehr veränderten, dass nur mehr ein kleiner Theil davon in Alkohol löslich ist. Für unsere jetzige Frage kommt es nur darauf an, zu wissen, wieviel Stickstoff dem von der unverdauten Nahrung herstammenden im Koth beigemischt ist. Um eine ungefähre Vorstellung davon zu bekommen, habe ich die Stickstoffmenge der Nahrung mit der des Kothes verglichen.

Das als Nahrung gegebene trockene Mehl und Heu enthält 1.82 % Stickstoff, der trockene Koth aber 2.10 %; wenn der Koth

1) Grouven, Salzmünder Fütterungsversuche 1864.

2) Kühn, Aronstein und Schultze, Journal f. Landwirthschaft, 1867.

nur Residuum der Nahrung wäre und sich die Zusammensetzung des Nahrungsrestes während des Durchganges durch den Darm nicht geändert hätte, so hätten im Koth 83 Grmm. Stickstoff sein müssen, während sich 96 Grmm. darin befanden; daraus ist zu schliessen, dass die 13 Grmm., welche mehr im Koth enthalten sind, entweder Stoffwechselprodukte sind oder dass die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung weniger ausgelaugt worden sind als die stickstofffreien. Vergleicht man dagegen den Stickstoffgehalt der in der Siedehitze gemachten Alkohol- und Wasserauszüge der Nahrung und des Kothes, so sieht man, dass der des Kothes geringer ist. Ich fand:

	Heu	Mehl	Koth
N im Alkoholextrakt von 100	0.213	0.336	0.082
N im Alkoholextrakt im Tag	24.0	7.1	3.7
N im Wasserextrakt von 100	0.453	0.628	0.382
N im Wasserextrakt im Tag	51.1	13.3	17.4

Wäre der Koth nur Residuum der Nahrung und seine Zusammensetzung unverändert geblieben, so hätte er enthalten:

	gerechnet	gefunden
N im Alkoholextrakt	10.5	3.7
N im Wasserextrakt	21.9	17.4

Man kann also leider daraus nicht ersehen, wieviel Stickstoff des Alkohol- und Wasserextraktes des Kothes vom Darm herstammt, da von dem in Alkohol und Wasser löslichen Stickstoff der Nahrung verhältnissmässig mehr resorbirt wird als von dem darin unlöslichen.

Soviel ist gewiss, dass die Berechnung des Eiweissumsatzes nach dem Stickstoffgehalt des Harns beim Wiederkäuer zu niedrige Werthe giebt. Man wird aber immerhin bedenken müssen, dass diese Eiweisszersetzung andere Produkte liefert, unter denen sich Fett vielleicht nicht befindet, obwohl mir immer ein eigenthümliches Fett im Koth, das wenigstens in der Galle nicht vorhanden ist, aufgefallen war.

Mein Versuch an der Milchkuh scheint mir darzuthun, dass das Fett der Milch nicht aus den Kohlehydraten der Nahrung entsteht, sondern aus dem Fett der Nahrung und dem zerstörten Eiweiss, wie Pettenkofer und ich es für den Fleischfresser er-

mittelt haben. Die Kohlehydrate haben darnach nicht die Aufgabe, das Material für die Butterbildung abzugeben, sondern nur dieselbe zu ermöglichen, indem sie für das Fett, welches sonst angegriffen worden wäre, verbrennen.

Ehe ich daran gehe, eine weitere Anwendung meiner Beobachtung auf andere Fälle, wo Fettansatz stattfindet, zu versuchen, möchte ich noch auf einige Gesichtspunkte aufmerksam machen, die sich aus unserer neuen Vorstellung für die Sekretion der Milch ergeben.

Es lässt sich zunächst aus den früheren Versuchen an Milchkühen zeigen, dass sie eine Abstammung der Butter der Milch aus den von uns genannten Materialien wohl zulassen.

Boussingault gab nach unseren obigen Mittheilungen einige Beispiele an, wo die Fettmenge der Nahrung die der Milch erreicht; dies wird wohl manchmal, namentlich bei fettreichem Futter der Fall sein (so z. B. bei einigen der folgenden Versuche von Thomson), aber es trifft meistentheils nicht zu. In den S. 83 angegebenen Beispielen, welche Liebig für seine Anschauung gedeutet hatte, fehlen bei einer aus Kartoffeln und Strohhäcksel bestehenden Nahrung 1650 Grmm. Fett; aber die 96.97 Kilo trockene Kartoffel, ganz abgesehen von den 41.25 Kilo Strohhäcksel, enthalten 9614 Grmm. Eiweiss. Das zweite Mal fehlten 2365 Grmm. Fett, in 90 Kilo frischer Kartoffel befinden sich jedoch 300 Grmm. Stickstoff = 1935 Grmm. Eiweiss, in 45 Kilo Heu 909 Grmm. Stickstoff = 5871 Grmm. Eiweiss, in der gesammten Nahrung demnach 7805 Grmm. Eiweiss, welche längst 2365 Grmm. Fett geben können.

Bei den S. 84 mitgetheilten negativen Versuchen Boussingaults, namentlich bei dem über ein Jahr ausgedehnten, an 7 Kühen gemachten, reicht das resorbirte Fett mit Zuhülfenahme des Eiweisses vollkommen zur Erzeugung der Butter hin. Nach einer grossen Reihe von Versuchen bestimmte Boussingault[1]) den Bedarf einer im Mittel 6.42 Liter Milch gebenden Kuh zu 12.44 Kilo Heu täglich; in diesem Heu finden sich 373 Grmm. Fett, wo-

1) Boussingault, économie rurale. T. II. p. 548.

von im Koth 145 Grmm. wieder entleert werden, so dass 228 Grmm. Fett im Darm resorbirt werden, während in der Milch (bei 3.5 %) 225 Grmm. vorhanden sind; das geringe Deficit wird reichlich durch das Eiweiss der Nahrung aufgewogen. Ebenso ist es bei den Versuchen von Playfair.

Sehr wichtig für unsere Auffassung sind die schon mehrmals erwähnten Versuche Rob. Thomson's. Er machte an 2 guten Milchkühen bei verschiedenem Futter längere Zeit Bestimmungen der Fettmenge im Futter, im Mist und der Milch. Ich stelle die Resultate übersichtlich zusammen.

Kuh 1.

Dauer des Versuchs in Tagen		Nahrung im Tag in Kilo		Kothmenge im Tag in Kilo	Milchmenge im Tag in Kilo	Butter im Tag in Grmm.
1.	14	Gras	46.22	33.99	11.11	365
2.	16	Heu Gras Gerste	10.99 7.54 4.08	37.15	9.07	327
3.	16	Heu Malz	11.55 4.25	35.31	8.78	309
4.	10	Heu Gerste Melasse	12.19 4.08 1.22	38.62	9.24	331
5.	10	Heu Gerste Leinsamen	12.13 3.63 1.81	35.79	9.33	324
6.	5	Heu Bohnenmehl	13.43 5.44	34.85	9.05	338

Kuh 2.

Dauer des Versuchs in Tagen		Nahrung im Tag in Kilo		Kothmenge im Tag in Kilo	Milchmenge im Tag in Kilo	Butter im Tag in Grmm.
1.	14	Gras	46.22	32.41	9.82	230
2.	16	Heu Gras Gerste	10.64 7.54 4.08	38.30	9.80	299
3.	16	Heu Malz	13.39 4.28	35.72	9.83	258
4.	10	Heu Gerste Melasse	12.45 4.08 1.22	39.32	9.24	297
5.	10	Heu Gerste Leinsamen	11.30 4.08 1.81	35.63	10.46	310
6.	5	Heu Bohnenmehl	11.25 5.44	32.28	10.49	342

Darnach stellen sich die mittleren Fettmengen der Nahrung, des Kothes und der Milch (in Grmm.) bei beiden Kühen während eines Tages wie folgt:

	Fett der Nahrung			Fett im Koth	Fett der Milch	Resorbirtes Fett minus Milchfett	Stickstoff der Nahrung
1.	Gras		929	103	297	+ 529	210
2.	Heu Gras Gerste	368 151 89	608	228	313	+ 67	311
3.	Heu Malz	250 59	309	212	283	— 186	290
4.	Heu Gerste Melasse	246 89 —	335	233	314	— 212	312
5.	Heu Gerste Leinsamen	234 79 79	392	214	317	— 162	316
6.	Heu Bohnenmehl	243 111	354	201	340	— 187	337

Bei dem an Fett reichen Futter ist ansehnlich mehr Fett in der Nahrung, als in der Milch sich findet, bei dem fettarmen aber reicht ersteres nicht hin; es findet aber in allen Fällen reichlich Deckung statt, wenn man das Eiweiss mit einrechnet. In 35.8 Kilo Koth sind (bei 1.81 % Stickstoff in der trockenen Substanz nach Thomson und 15.1% Wasser nach mir) 98 Grmm. Stickstoff; bei einer mittleren Stickstoffmenge der Nahrung von 296 Grmm. sind also 198 Grmm. Stickstoff im Tag resorbirt worden, was 1268 Grmm. Eiweiss = 652 Grmm. Fett entspricht, die weitaus für das durch das Fett der Nahrung nicht gelieferte Milchfett hinreichen.

Die Buttermenge geht proportional der Stickstoffmenge der Nahrung, nur die Fütterung mit Gras (in Versuch 1.) macht eine Ausnahme, insoferne dabei im Verhältniss mehr Fett producirt wird. Grünfutter gibt nach allen Erfahrungen mehr Milch; es ist möglich, dass dasselbe für die Resorption im Darm, wie Thomson meint, leichter zugänglich ist als das trockene Futter, man muss aber auch die grosse Menge von Fett in demselben nicht ausser Acht lassen. Schon Thomson fiel das Wachsen der Buttermenge mit dem Wachsen der Eiweissmenge in der Nahrung sehr auf; er bezeichnete es als eine wichtige Thatsache, dass die zweite Kuh bei dem eiweiss-

reichsten Futter mehr Milch und Butter gab, als bei allen früheren Versuchen, was der Ansicht nicht günstig sei, dass die Butter aus dem Zucker erzeugt werde und er meinte ferner, es würde wohl voreilig sein, schon jetzt eine Meinung aufzustellen über die Art der Einwirkung der albuminösen Stoffe auf die Erzeugung der Butter, bevor wir mit den Veränderungen, welche dieselben durch chemische Einflüsse erleiden, besser bekannt sind.

Auch die von Arendt, Bähr, Knop, Ritthausen und Wolff[1]) in Möckern ausgeführten wichtigen Fütterungsversuche an Kühen lassen, wenn man annähernde Werthe für den Stickstoff- und Fettverlust durch den Koth, der dabei nicht aufgesammelt worden ist, einsetzt, die gleiche Deduktion zu.

Von F. Stohmann[2]) liegen die vorläufigen Mittheilungen aus einer grösseren Arbeit „über die Vorgänge der Ernährung des Milch producirenden Thieres“ an Ziegen vor, aus denen ebenfalls hervorgeht, dass meist das aus der Nahrung resorbirte Fett schon hinreichend ist, den Fettbedarf für die Milch zu decken; nur in zwei Reihen, bei fettarmem und sehr eiweissreichem Futter war dies nicht der Fall, es nahm dabei der procentige Fettgehalt der Milch ab, aber das Eiweiss war in genügender Menge vorhanden, um den Ausfall an Fett zu ersetzen.

Endlich hat Gustav Kühn[3]) zwei sehr interessante Versuche an Kühen gemacht, um zu prüfen, ob die Kohlehydrate der Nahrung zur Bildung der Butter herangezogen werden müssen. Er gab mit Absicht eine an Eiweiss und Fett arme Nahrung, weil er glaubte, so die gestellte Frage mit grösserer Sicherheit beantworten zu können.

Eine erste Kuh verzehrte während 12 Tagen täglich 7.68 Kilo Wiesenheu und 1.67 Kilo Stärke mit 114.45 Grmm. Stickstoff und 277.0 Grmm. Fett. Aus den Ausgaben (Harn, Koth und Milch)

---

1) Bähr und Wolff, agrikulturchem. Untersuch. zu Möckern, Bericht 2. S. 1. — Bähr und Ritthausen, Bericht 4. S. 1. — Bähr und Ritthausen, Bericht 5. S. 1. — Knop, Arendt und Bähr, Bericht 5. S. 74.

2) Stohmann, Zeitschrift des landwirthschaftl. Centralvereins der Prov. Sachsen; 1868. Nro. 6, 7, 8, 9 und 10. — Journal f. Landwirthschaft 1868. 2. Folge. Bd. 3. Heft 2, 3, 4.

3) Kühn, Landw. Versuchs-Stationen 1868. Bd. 10. S. 418.

wurden 120.0 Grmm. Stickstoff erhalten, d. h. das Thier befand sich, vorausgesetzt, dass aller Harn aufgesammelt worden war, nahezu im Stickstoffgleichgewicht. Da sich im Koth 93.5 Grmm. Fett befanden, so gelangten 183.5 Grmm. Fett in den Säftestrom und waren für die Milch disponibel, welche 277.5 Grmm. Fett gab. Es frägt sich, ob der Rest von 94.0 Grmm. Fett von dem Eiweiss geliefert werden kann. Die im Harn vorhandenen 26.25 Grmm. Stickstoff entsprechen einem Eiweissumsatz von 164.1 Grmm., aus dem nach mir 84 Grmm. Fett, nach Kühn (der das Glycocoll der Hippursäure in Rechnung bringt) 79.0 Grmm. Fett entstehen können. Es fehlen hier also 10—15 Grmm. Fett.

Bei einer zweiten Kuh währte der Versuch 17 Tage. Täglicher Verzehr 7.70 Kilo Wiesenheu und 1.11 Kilo Stärke mit 114.75 Grmm. Stickstoff und 278 Grmm. Fett. Die Ausgaben enthielten 108.3 Grmm. Stickstoff; Differenz des Stickstoffs der Einnahmen und Ausgaben 6.4 Grmm. Im Koth waren 94.5 Grmm. Fett, also sind 183.5 Grmm. Fett resorbirt worden. Die Milch (mit 292.0 Grmm. Fett) scheidet somit 108.5 Grmm. Fett mehr aus, als die Nahrung zuführte; die 22.75 Grmm. Stickstoff des Harns entsprechen 142.0 Grmm. Eiweiss und geben nach mir 73.0 Grmm., nach Kühn 69.5 Grmm. Fett, so dass also eine Differenz von 35—39 Grmm. Fett vorhanden ist.

Darnach reichen resorbirtes Fett und zersetztes Eiweiss eben für das Fett der Milch hin, aber nicht mehr für den Milchzucker, welcher im Mittel 144 Grmm. Kohlenstoff enthält.

Kühn beabsichtigt durch weitere Versuche zu entscheiden, ob bei noch mehr sinkendem Gehalte der Nahrung an eiweissartigen Stoffen und Fett ein Punkt kommt, wo der aus dem Eiweissumsatz disponible Kohlenstoff in Gemeinschaft mit dem Kohlenstoff des verdauten Fettes nicht mehr hinreicht, den Kohlenstoff des in der Milch abgeschiedenen Butterfettes zu decken, oder ob die Butterfettproduktion in diesem Falle entsprechend sinkt.

Ich halte es für sehr wichtig, dass bei einem an Stickstoff und Fett so armen Futter, wie es Kühn gereicht hat, immer noch die Kohlehydrate zur Butter nichts beitragen müssen; es handelt sich dabei um einen äussersten Fall und es ist sehr fraglich, ob die Grenze dabei nicht schon überschritten war. Wer sagt uns, dass

wenn auch der Körper wirklich kein Eiweiss verloren hat, derselbe nicht ärmer an Fett geworden ist, was nur durch eine Bestimmung der Athemprodukte zu entscheiden ist? Es ist also zu bedenken, ob bei der betreffenden Nahrung die Milchsekretion auf die Dauer auf der angegebenen Höhe erhalten werden kann, d. h. ob nicht die Drüse, in welcher einmal die Milchsekretion eingeleitet ist, wie beim Hunger von einem andern Material zehrt, da die Milchabsonderung nicht in erster Linie, sondern nur indirekt von der Nahrung abhängig ist, und ein hungernder Körper noch eine Zeit lang Milch giebt. Ich habe daher bei meinem Versuche mit Absicht ein Futter genommen, bei welchem die Kuh seit längerer Zeit reichlich Milch producirte und nicht ein solches, bei welchem ein Zehren vom Körper nicht unbedingt ausgeschlossen ist.

Wenn man auch die unvollständige Ausscheidung des Stickstoffs der zersetzten Körperbestandtheile im Harn der Pflanzenfresser und die Unsicherheit, in der man über die Fettmenge sich befindet, welche eine gewisse Quantität Eiweiss bei der Zersetzung liefert, in Betracht nimmt, so macht dies doch in dem Versuche von Kühn wohl nicht so viel aus, um dabei die Mitwirkung der Kohlehydrate für den Milchzucker entbehren zu können; es ist dies eine weitere wichtige Thatsache, sie widerspricht aber nicht meinen Angaben, in denen ich nur betont habe, dass die Kohlehydrate nicht zur Butterbildung herangezogen werden müssen, nebenbei bemerkend, dass bei meinem Versuche selbst der Milchzucker durch das Fett gedeckt werde, ohne dem aber eine allgemeine Geltung zuzuschreiben.

Diese Kenntnisse werfen ein helles Licht auf die Bereitung der Milch in der Brustdrüse. Nach den Erfahrungen über den Einfluss der Nahrung auf die Milchsekretion, durch die Betrachtung der Bedingungen einer reichlichen Absonderung und die mikroscopischen Beobachtungen der Drüsenelemente hätte man die Vorstellung von einer ausschliesslichen Filtration der schon fertigen Sekretbestandtheile, welche immer noch halb und halb Geltung hatte, fallen lassen müssen.

Man hat in früherer Zeit allgemein geglaubt, die Brustdrüse sei ein Filtrum von grosser Oberfläche für gewisse Blutbestandtheile und die Qualität und Quantität der Nahrung sei desshalb von maass-

gebendem Einflusse auf die Qualität und Quantität des Sekretes. Man war daher sehr erstaunt, als die näheren Untersuchungen den erwarteten Einfluss nicht wahrnehmen liessen.

Die meisten Beobachtungen wurden an Pflanzenfressern gemacht, sie lassen jedoch noch sehr viel zu wünschen übrig. Prozentige Werthe, wie sie häufig angegeben wurden, sind natürlich nicht entscheidend, sondern nur absolute; so fand z. B. Boysson[1]) bei Darreichung trockenen Futters procentig mehr feste Theile in der Milch, es ist aber wahrscheinlich, dass die Milch dabei nur etwas concentrirter wurde; auch die Angaben von Peligot[2]), welcher die procentige Zusammensetzung der Milch einer mit verschiedenen Futtermitteln ernährten Eselin ermittelte, lassen keinen Schluss über den Einfluss der Nahrung zu. Boussingault und Le Bel[3]) konnten nur eine geringe Wirkung der verschiedensten Ernährungsweise auf die Milchmenge von Kühen constatiren; nur nach Grünfutter, von dem die Thiere mehr frassen, erschien mehr Milch; auch nach Vernois und Becquerel[4]) ist die Menge der Nahrung bei der säugenden Frau einflussreicher als die Art derselben. Die Kühe von Thomson, über welche schon berichtet wurde, schieden ebenfalls bei sehr ungleichem Futter nahezu gleiche Quantitäten von Milch und Butter aus, namentlich nahm bei steigendem Fettgehalte der Nahrung der Fettgehalt der Milch nicht zu; nur mit der Eiweissmenge der Nahrung hob sich auch die Buttermenge der Milch etwas (um 20 %). Playfair gab umgekehrt an, dass bei stickstoffarmer Nahrung (Kartoffeln) mehr Fett und Zucker in der Milch auftrete. Auch die neueren Untersuchungen an Pflanzenfressern brachten nichts wesentlich anderes zum Vorschein. Von Dancel[5]) wird behauptet, dass bei reichlicher Wasseraufnahme ohne Aenderung in der Qualität mehr Milch secernirt werde. Boussingault[6]) prüfte in ausgedehnten Versuchsreihen nochmals

1) Boysson, Crell's Annalen Bd. 2. S. 359.

2) Peligot, Annal. de chim. et de phys. 1836. Aout.

3) Boussingault und Le Bel, Annal. de chim. et de phys. 1839. T. 71. p. 65.

4) Vernois und Becquerel, Annal. d'hygiène publique 1857. p. 294.

5) Dancel, Compt. rend. T. 63. 1866. p. 475.

6) Boussingault, Annal. de chim. et de phys. 1866. T. 9. p. 132.

den Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Milch; als er zum Heu Rapskuchen, Bohnenmehl, frischen Klee oder Weizenmehl, also an Stickstoff reiche Nahrungsmittel zufügte, erhielt er mehr Milch ohne eine vermehrte Fettmenge; zog er dagegen Heu ab, es ersetzend durch fetthaltige Leinsamen, so wurde weniger Milch ohne grösseren Fettgehalt abgeschieden; es stellte sich hiemit abermals kein bedeutender Einfluss verschiedener pflanzlicher Nahrung heraus, namentlich erhöhte viel Fett in der Nahrung nicht die Fettabsonderung in der Milch. Stohmann sah bei den Ziegen procentig die Fettmenge der Milch etwas zunehmen mit der Steigerung von Fett in der Nahrung; der Gehalt an Stärkmehl im Futter hatte dagegen gar keinen Einfluss auf den Fettgehalt der Milch; die Zeit nach Eintritt der Laktation ist nach ihm maassgebender für die Menge der Milch als die Beschaffenheit des Futters.

Den grösstentheils negativen Erfolg dieser Versuche hätte man wohl voraussehen können; sie zeigen zur Genüge, dass die Milch kein einfaches Transudat aus dem Blute ist und nicht direkt von der Nahrung abstammt.

Da die Zusammensetzung und Menge der Nahrung eines Pflanzenfressers nur in engeren Grenzen schwankt und dieselbe stets Mischungen von eiweissartigen Körpern, Fetten und Kohlehydraten enthält, so werden sich manche Verhältnisse der Milchabsonderung und des Ursprungs einzelner Milchbestandtheile ungleich leichter beim Fleischfresser aufklären lassen, welchem man die Nahrung ganz entziehen oder einfache Nahrungsstoffe nach Belieben darreichen kann.

Die Milch eines Fleischfressers, eines Hundes, wurde zuerst von Dumas[1]) näher untersucht; er gab an, dass nach längerer ausschliesslicher Fleischnahrung der Milchzucker aus der Hundemilch verschwinde und die Milch dann wie das Fleisch nur Eiweiss, Fett und Salze enthalte, dass aber bei vegetabilischer Nahrung der Milchzucker vorhanden sei. Dies Resultat war ganz in Uebereinstimmung mit der Ansicht von Dumas und der damaligen Zeit, nach der alle Stoffe dem Thierkörper völlig vorgebildet von Aussen

1) Dumas, Compt. rend. T. 21. p. 707; l'Institut 1845. Nro. 613. p. 341.

zugeführt werden sollen, also auch das Eiweiss, das Fett und der Zucker der Milch. Für den Milchzucker wurde diese Anschauung von Bensch[1]) widerlegt, denn er fand nach 27 tägiger Fütterung mit reinem Fleisch den Zucker in der sauer reagirenden Hundemilch vor; es war also ein Kohlehydrat ohne Zufuhr eines solchen, wahrscheinlich bei der Zersetzung des Eiweisses entstanden.

Später untersuchte Ssubotin die Milch des Hundes bei verschiedener Nahrung. Leider gelingt es bei diesem Thiere nicht, genaue Bestimmungen der täglichen Michmenge zu machen; Ssubotin konnte nur im Allgemeinen aussagen, dass bei gemischter Kost sich nur mit Mühe 15 CC. entleeren liessen, bei Fütterung mit 1500—2000 Grmm. Fleisch ohne Mühe 60 CC., bei Fütterung mit Fett oder mit Fleisch und Fett jedoch gar nichts mehr; bei Darreichung von Kartoffeln war die Drüse geschrumpft und gab weniger Milch, beim Hunger liess sich mehr Milch ausziehen als bei Verzehrung von Fett. Ssubotin war daher vorzüglich auf die Untersuchung der procentigen Zusammensetzung der Milch angewiesen, es ist jedoch immer misslich, daraus Schlüsse zu ziehen. Wenn man Ssubotin's Zahlen auf 100 feste Milch berechnet, so finden sich im Mittel:

	Hunger		Fleisch		Kartoffel		Fett	
Albumin	19.3	40.2	17.4	40.3	23.0	47.9	18.6	44.5
Casein	20.9		22.9		24.9		25.9	
Fett	47.8		46.8		29.3		44.3	
Zucker	10.0		11.0		20.0		9.4	
Salze u. Extrakte	2.0		1.9		2.8		1.8	
in 100 Milch feste Theile:	20.5		22.7		17.0		22.6	

Daraus schliesst Ssubotin, dass die Art der Nahrung bedeutenden Einfluss nicht nur auf die Menge, sondern auch auf die Zusammensetzung der Milch habe; bei der animalischen Kost enthielte sie mehr feste Theile und besonders mehr Fett und trotz des Ausschlusses der Kohlehydrate kaum weniger Milchzucker, bei Fettfütterung sei die Fett- und Zuckermenge vermindert, bei vegetabilischer Nahrung wenig Fett vorhanden. Es sind allerdings gewisse

1) Bensch, Annalen der Chem. und Pharm. 1847. Bd. 61. S. 221.

Unterschiede in der Zusammensetzung da, namentlich nimmt bei der Kartoffelfütterung die Fettmenge ab und die des Zuckers zu, aber ich halte dieselben nicht für grösser, als sie auch bei Pflanzenfressern gefunden werden. Besonders wichtig ist, dass die Zusammensetzung der Milch beim Hunger, bei Fütterung mit Fleisch oder Fett nahezu die gleiche bleibt und die Fettmenge trotz der Fettzufuhr nicht grösser wird. Sicheres über unsere Frage wird, wie gesagt, nur bei Feststellung der gesammten Milchmenge auszusagen sein. Von Kemmerich ist dieser Anforderung wohl Genüge geleistet worden, jedoch gab er der anderen Aufgabe wegen nur ausschliesslich Fleischkost (1500 Grmm. im Tag), bei welcher die 17.5 Kilo schwere Hündin täglich 255 Grmm. Milch mit 7.1 Grmm. Eiweiss, 11.5 Grmm. Casein, 21.7 Grmm. Fett und 7.1 Grmm. Zucker ausschied.

Ich hatte im Winter 1865 ebenfalls Versuche mit einer Hündin angestellt. Ich dachte mir damals, es gebe vielleicht einen Fingerzeig für die Bildung der Milchbestandtheile, wenn beim Fleischfresser trotz Ausschluss der Kohlehydrate und des Fettes absolut nicht weniger Fett und Milchzucker producirt wird. Ich musste mich aber bald überzeugen, dass die Grösse der Absonderung beim Hunde relativ eine sehr kleine ist gegenüber der durch viele Generationen zur Milchgewinnung gezogenen Hauskuh und dass ein Entscheid über Fetterzeugung aus Kohlehydraten nicht möglich ist, da unter allen Umständen mehr als hinreichend Eiweiss zur Verfügung steht. Dann machte ich die nämliche schlimme Erfahrung wie meine Vorgänger, dass einem Hunde die Milch nur sehr schwer zu entziehen ist; ich habe anfangs wie Bensch Saugcylinder benützt, ich hatte aber damit keinen Erfolg; am besten gelang die Entleerung des Sekretes durch Ziehen und Melken an den Zitzen; ich hatte ursprünglich die Absicht, die Milchmenge durch Wiegen der Jungen vor und nach Anlegung an die Brüste zu bestimmen und den Verlust derselben durch Haut und Lungen in Rechnung zu bringen, sie wurden aber bald nach der Geburt von der Alten erdrückt.

Obwohl mir in der Mittheilung der Resultate Kemmerich und Ssubotin zuvorgekommen sind und ich nicht mit Bestimmt-

heit sagen kann, ob die Drüse in allen Fällen wirklich ganz entleert worden ist, so gebe ich doch die von mir erhaltenen Werthe an, da die absolute Milchmenge dabei zu bestimmen versucht und zugleich auch der Eiweissumsatz im Thier controlirt worden ist; auch sind vielleicht bei der geringen Zahl der Untersuchungen der Milch der Fleischfresser manche Bestätigungen der früheren Resultate nicht unwillkommen.

Haupttabelle:

Datum 1865	Körp.-Gew.	Einnahmen Fleisch	Zusatz	Wasser	Harn in Gr.	Harnstoff	Milch in Gr.	Koth trocken
1. 30. Nov.	34470	2000	0	1000	2174	120	—	19.5
2. 1. Dec.	34160	2000	0	1000	2135	127	—	19.5
3. 2. „	34220	1000	300 Stärke	1255	1507	84	—	29.0
4. 3. „	34400	gemischt	0	—	—	—	—	—
5. 4. „	—	gemischt	0	—	—	—	152	—
6. 5. „	34790	1000	300 Stärke	778	1467	83	115	19.9
7. 6. „	34222	1000	200 Fett	630	1154	60	144	24.2
8. 7. „	34244	1000	200 Fett	663	1234	60	135	24.2
9. 8. „	34020	gemischt	0	—	1471	81	151	—
10. 9. „	34950	500	400 Stärke	877	1132	49	138	26.4
11. 10. „	34540	500	300 Fett	595	850	35	168	31.4
12. 11. „	34340	0	0	358	533	21	149	—
13. 12. „	33330	0	0	405	484	18	118	—
14. 13. „	32696	0	500 Stärke	2165	783	15	137	21.5
15. 14. „	32825	gemischt	0	—	1185	42	121	—
16. 15. „	34810	2000	0	887	2413	127	158	11.1
17. 16. „	34280	2000	0	892	2068	136	161	11.1
18. 17.. „	34250	—	—	—	—	—	—	—

Stickstoffbilanz:

	In der Nahrung	Im Harn	Im Koth	In der Milch	In den Ausgaben
1.	68	56	1.3	—	—
2.	68	59	1.3	—	—
3.	34	39	1.3	—	—
5.	—	—	—	1.5	—
6.	34	39	0.9	1.1	41
7.	34	28	1.1	1.4	30
8.	34	28	1.1	1.1	30
9.	—	38	—	1.4	—
10.	17	23	1.2	1.2	25
11.	17	16	1.2	1.6	19
12.	0	10	—	1.5	11
13.	0	8	—	1.0	9
14.	0	7	0.9	1.1	9
15.	—	19	—	—	—
16.	68	59	0.7	1.6	61
17.	68	64	0.7	1.7	66



In 100 Grmm. Milch sind:

	Feste Theile	Wasser	Casein	Eiweiss	Fett	Zucker	Asche
1.	23.91	76.09	6.28	7.90	7.76	0.98	0.99
2.	26.05	73.95	5.85	7.39	9.98	1.81	1.07
3.	16.87	83.13	3.67	3.94	5.79	2.46	1.01
5.	17.35	82.65	2.77	3.52	7.17	2.85	1.04
6.	17.42	82.58	2.43	3.54	7.70	2.71	1.04
7.	18.06	81.94	3.20	3.66	7.50	2.67	1.03
8.	17.77	82.23	2.97	3.25	8.39	2.15	1.01
9.	18.92	81.08	3.00	3.37	9.22	2.24	1.09
10.	17.78	82.22	2.26	3.57	8.19	2.78	0.98
11.	19.40	80.60	2.47	3.59	9.83	2.52	0.99
12.	19.24	80.76	3.29	3.07	9.24	2.65	0.99
13.	19.51	80.49	2.77	2.85	10.32	2.58	0.99
14.	16.92	83.08	2.75	2.66	7.39	3.11	1.01
16.	20.70	79.30	3.54	3.14	10.17	2.82	1.03
17.	19.85	80.15	3.32	3.46	9.11	2.91	1.05

In der täglichen Milchmenge befinden sich demnach:

	Feste Theile	Casein	Eiweiss	Fett	Zucker	Asche
5.	26.4	4.2	5.3	10.9	4.3	1.6
6.	20.0	2.8	4.1	8.8	3.1	1.2
7.	26.0	4.6	5.3	10.8	3.8	1.5
8.	24.0	3.0	4.4	11.3	2.9	1.4
9.	28.6	4.5	5.1	13.9	3.4	1.6
10.	24.5	3.1	4.9	11.3	3.8	1.3
11.	32.6	4.1	6.0	16.5	4.2	1.7
12.	28.7	4.9	4.6	13.8	3.9	1.5
13.	23.0	3.3	3.4	12.2	3.0	1.2
14.	23.2	3.8	3.6	10.1	4.3	1.4
16.	32.7	5.6	5.0	16.1	4.4	1.6
17.	31.9	5.3	5.6	14.7	4.7	1.7

Beim Vergleich der mittleren Zusammensetzung der trockenen Hunde- und Kuhmilch und der absoluten Menge der ausgeschiedenen Bestandtheile ergiebt sich:

in 100 trockener Milch sind:	Hund	Kuh
eiweissartige Substanz	33	25
Fett	47	27
Kohlehydrate . . .	14	43

im Tag werden erzeugt:	Hund	Kuh	
Kilo Körpergewicht .	34	600	1 : 18
Milchmenge	142	9500	1 : 67
eiweissartige Substanz	9	313	1 : 35
Fett	12	337	1 : 27
Zucker	4	530	1 : 140

Aus diesen Zahlen ersieht man auf's Deutlichste, dass die Abscheidung der Milch wohl etwas abhängig ist von der Nahrung, aber nur in sehr geringem Grade; sie sinkt an den zwei Hungertagen und erhebt sich mit der Zufuhr der Nahrung wieder, sie ist am grössten bei reichlicher Eiweisszufuhr. Bei Zugabe von viel Fett zu Fleisch sah ich keine so auffallende Abnahme der Milchmenge wie Ssubotin; Stärke allein hebt die Menge der Milch nicht über die bei völligem Hunger hinaus. Die absolute Quantität des Caseins und Eiweisses in der Milch steht nicht in direktem Zusammenhang mit dem Eiweissgehalte der Nahrung, sie erhebt sich nur wenig bei reichlichster Fleischfütterung und sinkt etwas während der Inanition. Die Fettmenge ist am grössten bei der grössten Zufuhr von Eiweiss; Fett zeigte in zwei Fällen keinen Einfluss und nur in Nro. 11 bei übermässiger Fettfütterung war der Gehalt der Milch an Fett ein bedeutender; die niedersten Zahlen finden sich bei Darreichung von Stärke. Der Milchzucker zeigt nur höchst geringe Schwankungen; die höchsten Werthe erreicht er bei starker Fleischfütterung, Kohlehydrate vermehren ihn nicht.

Die Milchsekretion geht nicht proportional der Zufuhr gewisser Nahrungsstoffe, sie geht nicht proportional der Zersetzung im Körper; während die Nahrung in weiten Grenzen schwankte, ebenso der Zerfall des Eiweisses und damit auch die Intensität des Säftestromes im Körper, wird die Milch dadurch kaum berührt. Beim Fleischfresser, bei dem sich die Differenzen in den Zersetzungen je nach der Art und Menge der Nahrung viel mehr ausprägen, als beim Pflanzenfresser, da bei diesem das Futter im Verhältniss zum Eiweiss meist einen Ueberschuss von Kohlehydraten enthält, hätte sich eine Aenderung in der Milchzusammensetzung auf's Evidenteste herausstellen müssen, wenn sie direkt abhängig gewesen wäre von der Nahrung oder dem Säftestrom oder wenn die Milch ein einfaches Exsudat aus der Säftemasse gewesen wäre. Von dem Allen kann gar keine Rede sein, und mich davon überzeugt zu haben, war für mich der einzige, aber grosse Nutzen des Studiums der Hundemilch.

Die Grösse der Milchabsonderung ist zunächst und vor Allem abhängig von der Entwicklung der Brustdrüse. So trivial dieser Ausspruch aussieht, so hat man doch bis jetzt noch nicht gehörig

die Consequenzen daraus gezogen. Zwei Kühe produciren bekanntlich bei dem gleichen Futter sehr ungleiche Mengen von Milch, wenn die Organe, welche die Milch secerniren, verschieden mächtig sind. Die grössere oder bessere Drüse wirkt nicht so, dass sie wegen ihrer grösseren Oberfläche mehr Milchbestandtheile aus dem Blute durchtreten lässt, sondern die Milchdrüse bereitet in ihren Zellen als Werkstätten den Saft, den wir Milch nennen oder noch besser, die Milch ist geradezu das aufgelöste Organ.

Wir müssen uns hier erinnern, auf welche Weise die Milch entsteht. Die Zellen der Milchdrüse sind vergängliche Gebilde. Wir wissen sonst nicht viel von einem Wechsel der organisirten Formen im Körper; die nämlichen Zellen oder Zellenabkömmlinge vieler Stellen bewirken dauernd, ohne dass sie zu Grunde gehen, die lebhaftesten Zersetzungen der sie durchwandernden Substanzen, so z. B. die der Leber, des Muskels, der Nervencentralorgane. Die Zellen des Blutes, die Epidermis- und Epithelzellen, und auch die der Milchdrüse sind aber einer Wandelung unterworfen, und für letztere ist die von Goodsir und Meckel allgemein aufgestellte Theorie der Sekretion wahr, nach der die aufgelösten Drüsenzellen das Sekret darstellen. Die Milch ist nicht ein Produkt der Thätigkeit der Zellen der Drüse, sondern sie ist die flüssig gewordene Zellenmasse selbst. Besonders deutlich ist, wie bekannt, dieser Prozess bei der Absonderung des Colostrums in der ersten Zeit nach der Geburt zu verfolgen; man trifft in der genannten Flüssigkeit blasse kernhaltige Zellen, ähnlich den Epithelzellen der Drüse und Uebergänge derselben in kernlose Zellen und in grössere mit Fettmolekülen gefüllte Körnchenzellen, welche sich auflösend die Körnchenconglomerate der Colostrumkörper darstellen (Nasse, Henle). Schon Reinhard frägt, ob nicht auch die späteren Milchkügelchen aus den körnigen Colostrumkörperchen und also den Drüsenzellen entstehen, wie Nasse[1]) vermuthete; jedoch waren Reinhard's Beobachtungen einer solchen Ansicht nicht günstig, denn er sah bei voller Laktation in den Endbläschen der Drüse nur helle Epithelzellen und fertige Milchkügelchen, nie Uebergänge durch fettkörnchenhaltige Colostrum-

1) Nasse, Müller's Archiv 1840. S. 264.

körper; er meint die Milchkügelchen entstünden unabhängig von den Drüsenzellen und Colostrumkörpern aus der in die Drüsenkanäle abgesetzten Flüssigkeit. Die späteren Untersuchungen zeigten aber, dass die Bildung des Colostrums und der späteren wahren Milch auf demselben Vorgange beruht. Zuerst war es van Bueren[1]), der Beobachtungen der Art machte. Dann kam H. Meyer,[2]) nach welchem alles freie Fett der Sekrete in den kernhaltigen Zellen der letzten Endigungen der Sekretionskanäle entsteht. Vorzüglich aber betonte Fr. Will[3]) speciell für die Brustdrüse, dass in der körnigen Substanz der Zellen sich Fettkügelchen ablagern, welche durch die Auflösung der Zelle frei werden. Anfangs geht die Umwandlung in fetthaltige Zellen und die Auflösung nur nicht so rasch vor sich als später, daher in der ersten Zeit im Sekret noch fetthaltige, nicht ganz aufgelöste Sekretionszellen vorhanden sind. Die Milch ist vorzüglich ein durch fettige Degeneration flüssig gewordenes Organ. Je öfter und rascher das Organ dieser Umwandlung und Neubildung unterliegt, desto reichlicher wird die Milchbildung sein. Diese Auffassung von der Bildung der Milch steht schon seit Jahren in der Thierhistologie fest.

Die Milch der verschiedensten Säugethiere zeigt nur geringe und unwesentliche Abweichungen in der Zusammensetzung, weil sie in allem stets auf die nämliche Weise aus den gleichgebauten Drüsenzellen hervorgeht.

Da die Fähigkeit für den Untergang der Milchdrüse eines Individuums zeitweise eine gegebene ist, so ist die Abscheidung der Milch nicht in erster Linie von der Nahrungszufuhr abhängig. Eine entwickelte Drüse bereitet viel Milch, eine unentwickelte trotz gleicher Nahrungszufuhr in den Darm wenig; die Zeit nach der Geburt ist darum bestimmender für die Menge der Milch als die Nahrung, da die Entwicklung der Drüse einen Höhepunkt erreicht und dann wieder zurückgeht. Beim Hunger wird in den ersten Tagen nicht viel weniger Milch erzeugt als bei voller Ernährung, da die Drüsen-

1) van Bueren, Nederl. Lancet, 2. Ser. 4. Jaarg. p. 722 und 2. Sér. 5. Jaarg. p. 1.

2) H. Meyer, Mittheil. d. naturf. Ges. in Zürich 1849. Bd. I. S. 71.

3) Will, über die Milchabsonderung, akadem. Festschrift, Erlangen 1850.

substanz noch eine Zeit lang ausreicht und erst später, wenn sie nicht wieder hergestellt wird, der Mangel eintritt; bei der Menge von Gefässen, welche Blut zur Drüse führen, ist es wohl möglich, dass die Drüse noch eine Zeit lang auf Kosten des übrigen Körpers Milch bereitet; wissen wir ja doch, dass an den Brüsten mit dem Hungertode ringender Mütter die Säuglinge noch Nahrung gefunden haben. Es ist also ein wesentliches Erforderniss, für Milchthiere eine Raçe zu wählen, deren Brustdrüse sehr ausgebildet ist. Die Nahrung kommt erst in zweiter Linie in Betracht, insoferne sie zuerst die zerstörte Drüse wieder aufbauen soll, desshalb wird bei gleich entwickelter Drüse dasjenige Thier mehr Milch liefern, welches in seinem Darm mehr aufzunehmen im Stande ist. Es ist aber etwas ganz anderes, vorgebildete Stoffe als Sekrete abzuscheiden, oder Substanzen der circulirenden Ernährungsflüssigkeit zu zersetzen, als ein Organ neu zu erzeugen. Grosse Gefässe versorgen die Brustdrüsen reichlich mit Ernährungsmaterial und es wird wie bei den Epidermiszellen, Haaren und Nägeln, so lange organisirt, bis das Ernährungsmaterial und die zu ernährende Zellenmasse im Gleichgewichtszustand sich befinden; sind die alten Zellen abgestossen, dann ist die Ernährungsflüssigkeit im Uebergewicht und es beginnt der Bau junger Zellen.

Wenn man also bei einem bestimmten Thier durch die Nahrung einen Einfluss auf die Milch ausüben will, muss diese vor Allem die Drüsensubstanz ändern, und da bei der verschiedensten Nahrung trotz sehr ungleicher Umsetzung der Körper auf seinem Bestande bleiben kann, so sieht man davon keine Alteration der Milchsekretion. Wenn jedoch einmal die Drüsenzellen aus eiweissartiger Substanz entstanden sind, so können sie wohl von Aussen noch andere Bestandtheile in sich aufnehmen, und insoferne vermag dann auch die Nahrung direkt von Einfluss auf die Beschaffenheit der Milch zu sein.

Kein Nahrungsstoff bringt demnach eine so deutliche Wirkung hervor als das Eiweiss. Dies tritt bei Thomson's Versuchen am Pflanzenfresser und bei Ssubotin's und meinen Versuchen am Fleischfresser hervor, aber auch an den beiden von mir untersuchten Milchkühen, insoferne die erste bei 137 Grmm. Stickstoff im täglichen Harn 639 Grmm. Fett in der Milch ausschied, die zweite bei 88 Grmm. nur 295 Grmm. Das Eiweiss ist das Hauptmaterial, aus dem die

Elemente der Drüse sich herstellen. Alles was sonst einen Ansatz von Eiweiss macht, wird auch zur Ablagerung neuer Drüsensubstanz beitragen. Eine zu reichliche Zufuhr von Eiweiss im Verhältniss zu den stickstofffreien Stoffen leitet eine unnütze Zerstörung des ersteren ein, daher in einem solchen Falle das Material für die Brustdrüse und die Milchmenge abnimmt, wie z. B. bei Stohmann's Versuchen der Art. Jedoch wird man einer Milchkuh verhältnissmässig mehr Eiweiss reichen dürfen, als dem Mastthier, da bei ersterer das Eiweiss alsbald in der Milch nach Aussen geführt wird und nicht dazu dient, den Eiweissstand des Körpers und damit die Neigung zur Zersetzung dauernd zu vermehren. Die Brustdrüse besteht nicht nur aus organisirtem Eiweiss, sondern auch aus Cirkulationseiweiss und es kann daher der einmal aufgebauten Drüse bei gleicher Zellenmasse eine ungleiche Menge von Ernährungsflüssigkeit und Eiweiss zum Verbrauch zugeführt werden, darum ist alles, was sonst von Einfluss auf die Cirkulation und Zersetzung des Eiweisses ist, auch von Einfluss auf die Milchsekretion; ich rechne dahin die auffällige Wirkung des Wassers auf die Menge der Milch ohne Aenderung in der Qualität derselben. Das Casein empfängt die Milch nicht aus dem Blute, sondern es ist eine Modifikation des Eiweisses, welche in der Drüse aus dem gewöhnlichen Eiweiss der Zelle beim Zerfall derselben entsteht. Das Colostrum, welches vor der Geburt abgesondert wird, enthält noch kein Casein, sondern nur gewöhnliches Albumin, weil die Umwandlungen noch langsamer vor sich gehen als späterhin; das Colostrum des menschlichen Weibes giebt nach Clemm vor der Geburt 6—8% Eiweiss, die Milch 3—4% Casein; das Colostrum einer Eselin 14 Tage vor dem Werfen 19.8% Eiweiss und 2.9% Casein (Simon), das einer Kuh 41 Tage vor dem Kalben nur Albumin, während in der späteren Milch nur Spuren von Eiweiss vorkommen. Bei Krankheiten nimmt die Menge des Caseins sehr ab und die des Eiweisses zu. Da in der Milch des Fleischfressers bei stärker saurer Reaktion noch ziemlich viel Eiweiss ist, so glaubte ich eine Zeit lang die Ueberführung des Albumins in Casein (einer dem Alkalialbuminat sich annähernden Eiweissmodifikation) hänge mit dem Schwächerwerden der sauren Reaktion oder dem Aufreten der alkalischen zusammen; dies scheint aber nicht der Fall zu sein, denn

das Colostrum soll meist alkalisch reagiren. Kemmerich[1]) wies nach der Entleerung der Milch aus der Brustdrüse, namentlich im Colostrum, eine fortdauernde Caseinbildung auf Kosten des Albumins nach, wenn er das Sekret einige Stunden bei Körpertemperatur digerirte; dies fand statt bei alkalischer und schwach saurer Reaktion.

Die Absonderung des Fettes der Milch ist nach allen Angaben in erster Reihe abhängig von dem Eiweissreichthum der Nahrung und nur unter gewissen Umständen von dem Gehalte derselben an Fett oder Kohlehydraten; vor Allem muss die Drüse neu entstehen, die als Sekret entleert worden ist, aus Fetten und Kohlehydraten baut sich aber kein Organ auf. Für den Neubau darf die Menge des Eiweisses eine gewisse Grenze nicht überschreiten, sonst tritt Zerstörung und nicht Ablagerung desselben in der Drüse ein, und in sofern können die stickstofffreien Stoffe von Einfluss auf die Fettmenge der Milch sein, sie verhindern den sofortigen Zerfall des Eiweisses. Eine übergrosse Menge der Fette und Kohlehydrate bedingt einen Ansatz von Organeiweiss und Fett im übrigen Körper und hemmt dadurch die Milchsekretion. Ist einmal die Drüse aufgebaut, so geht ein Theil des Fettes der Milch aus der fettigen Metamorphose des Eiweisses in der Drüse hervor, und daraus entstehen die der Butter eigenthümlichen Fette; es ist aber ganz undenkbar, alles Fett der Milch eines Pflanzenfressers von dem in der Drüse zersetzten Eiweiss abzuleiten. Beim Fleischfresser wäre es wohl möglich, aber bei der excessiven Milchbildung unserer Milchkühe reicht nicht einmal das aus der Gesammtmenge des zersetzten Eiweisses hervorgehende Fett hin und man wird wohl nicht annehmen wollen, dass bei dem milchgebenden Thiere alles Eiweiss in der Brustdrüse verbraucht wird. Es muss also jedenfalls in gewissen Fällen Fett von Aussen in die Drüsenzellen vom Blute aus abgelagert werden, wie wir es in der Leber wahrnehmen. Dieses Fett rührt von dem im übrigen Körper zersetzten Eiweiss oder von dem mit der Nahrung eingeführten Fett her; die Fette der Nahrung vermögen also auch auf die Fettmenge der Milch zu influiren, indem sie selbst in sie eintreten, und die Kohlehydrate, indem sie das als solches aufge-

---

1) Kemmerich, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867. Nr. 27.

nommene oder das aus dem Eiweiss abgeschiedene Fett vor der Verbrennung schützen. Meinen Auseinandersetzungen nach wird der Einfluss des Eiweisses auf die Fettausscheidung überwiegen, da es vor Allem darauf ankommt, eine grosse Zellenmasse zu erzeugen und erst, wenn dies erreicht ist, wird sich der letztere Einfluss geltend machen können. Dass ein Uebergang von fertigem Fett in die Milch stattfindet, beweist die Aenderung des Butterfettes bei Darreichung fettreicher Nahrung; so nimmt bekanntlich die Butter bei Fütterung der an Oel reichen Runkelrübenkuchen einen Geruch ähnlich dem Oel der Rübe an. Nach F. Schwarz[1]) und Stricker[2]) zeigen die Colostrumkörperchen und kleinere durch Abschnürung aus letzteren hervorgehende, bisher unbeachtete Elemente der Milch bei höherer Temperatur Gestaltveränderungen und lassen Fettkörnchen austreten, oder sie nehmen unter andern Umständen Farbstoffkörnchen in sich auf; diese Forscher nehmen daher in den Colostrumkörperchen bis zum 4. Tage keine fettige Degeneration, sondern nur eine Fettinfiltration an.

Der Milchzucker ist ein Produkt der Drüsenarbeit, da er der Drüse nicht als solcher zugeführt wird. Er entsteht wahrscheinlich zum Theil in der Drüse durch die Zersetzung von Eiweiss oder Fett. Möglich, dass diese Quelle für die Fleischfresser die einzige ist, für die Kuh mit ihrer excessiven Milchproduktion reicht sie nicht aus, es muss für sie der im übrigen Körper vorhandene Traubenzucker zu Hülfe genommen werden. Dieser Traubenzucker geht entweder aus dem Zerfall von Eiweiss oder Fett im Körper hervor, oder es ist der Rest des von den Kohlehydraten der Nahrung stammenden Zuckers. In manchen Fällen, wie z. B. bei der von mir untersuchten gutgenährten Kuh, genügt das Fett der Nahrung oder das aus dem Eiweiss entstandene für die Butter der Milch und nahezu auch für den Milchzucker; in anderen Fällen, wenn erstere Stoffe, wie z. B. bei kärglicher Nahrungszufuhr, nicht in genügender Menge vorhanden sind, stammt ein grösserer Bruchtheil des Milchzuckers, ja unter Umständen aller, von den Kohlehydraten der Nahrung

1) Schwarz, Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. Bd. 54. S. 63.

2) Stricker, Centralblatt f. d. medic. Wiss. 1866. S. 418.

ab. Darum scheidet auch die Kuh in der Milch verhältnissmässig mehr Milchzucker aus, als der Hund. Die Kohlehydrate der Nahrung haben gar keinen Einfluss auf die Menge des Milchzuckers in der Milch des Fleischfressers, in welcher bei Ausschluss der Kohlehydrate eben soviel, ja noch mehr Zucker sich findet, wie bei reichlichster Zufuhr von Stärke; es geht bei ihm mehr als genug Zucker aus dem Fett hervor. Aber auch beim Pflanzenfresser ist kein besonderer Einfluss der Kohlehydrate in dieser Beziehung zu bemerken, da bei zu viel Kohlehydraten in der Nahrung zu wenig Eiweiss vorhanden ist, um die Drüsensubstanz zu erzeugen. Bemerkenswerth für die Entstehung des Milchzuckers ist auch die von Crusius[1]) und Knop[2]) ermittelte Thatsache, dass im Colostrum der Kuh, wenn also die Drüse sich noch nicht in voller Thätigkeit befindet, kein Milchzucker enthalten ist.

Die Zusammensetzung der Asche der Milch zeigt ebenfalls, dass sie kein Exsudat ist, sondern aus Zellen hervorgegangen ist. Die Asche des Plasma's enthält vorzüglich Natronsalze, die eines Gewebes Kalisalze. Aus den Analysen der Milchasche[3]) geht nun übereinstimmend hervor, dass ein Hauptbestandtheil darin Chlorkalium (25 %) ist, gegen welches das Chlornatrium sehr zurücktritt (6 %); der zweite Hauptbestandtheil ist phosphorsaurer Kalk und Magnesia (50 %); es bleibt nach Bindung des Kalks und der Magnesia keine Phosphorsäure mehr übrig zur Bildung von phosphorsaurem Alkali; aber es ist eine ziemliche Menge freien Alkalis übrig, das die Meisten als Kali, Einige auch als Natron bezeichnen. Es ist sehr auffallend, dass in der Asche der Milch, die für lange Zeit dem Körper des jungen Säugethieres als ausschliessliche Nahrung dienen kann, kein phosphorsaures Kali sich befindet, während es in den Blutzellen nächst dem Chlorkalium (50 %) den Hauptbestandtheil (32 %) ausmacht; in der Asche des ausgekochten

1) Crusius, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 68. S. 7.
2) Knop, agrikulturchem. Untersuchungen zu Möckern, 5. Bericht, S. 101.
3) Bensch a. a. O.
Haidlen, Annalen der Chem. und Pharm. 1843. Bd. 45. S. 263.
Wildenstein, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 58. S. 28.
R. Weber, Poggend. Annal. 1849, Bd. 76. S. 390. 1850. Bd. 81. S. 412.

Fleischrückstandes findet man neben den phosphorsauren alkalischen Erden (26 %) sehr viel phosphorsaures Kali (48 %) und viel freie Phosphorsäure (17 %), in dem Wasserauszug zweibasisch phosphorsaures Kali. Wäre die Milch ein Exsudat, so würde sie nicht zur Nahrung dienen können, da ein Exsudat nicht die zum Aufbau von Zellen nöthigen Kalisalze enthält, so aber verflüssigen sich in der Milch Zellen, um dann in günstigster Form und Zusammensetzung dem Säugling geboten zu werden. Jedes junge Säugethier ist somit reiner Fleischfresser, es verzehrt ein Organ der Mutter, und es wäre in der That sehr schlimm für dasselbe, wenn die Milch in ihrer Zusammensetzung wesentlich von der Nahrung abhängig wäre, es würde uns in diesem Fall schwer sein, einen jungen Körper gross zu ziehen.

Nach dieser langen Abschweifung, die man mir der Wichtigkeit des Gegenstandes halber verzeihen möge, komme ich auf mein eigentliches Thema zurück. Es hat sich ergeben, dass wir für das Fett der Milch die Kohlehydrate nicht zu Hülfe zu nehmen brauchen; ich halte dies für eine feststehende Thatsache von grosser Wichtigkeit. Nun frägt es sich aber weiter, ob denn für einen Absatz von Fett an anderen Körperstellen das gleiche gilt, und ob die früheren Versuche in dieser Richtung, welche man als beweisend für die Entstehung des Fettes aus Kohlehydraten hielt, auf unsere Weise gedeutet werden können. Es ist diese Frage um so nöthiger, da nach unseren Auseinandersetzungen die Bildung von Milch sich als etwas ganz anderes herausgestellt hat, wie die Mastung mit einfachem Absatz von Organeiweiss und Fett, nämlich als einen Zerfall eines Organes; wir können uns eine Mastung denken mit vorwiegender Fettablagerung, die Milchbildung jedoch braucht vor Allem zum Neubau der Drüse Eiweiss, und deshalb erfordert die Milcherzeugung mehr Eiweiss als die Mast. Es scheinen also von vornherein bei der Mast die Bedingungen für eine Erzeugung von Fett aus Kohlehydraten viel günstiger zu sein.

Man hat als Beweis für die Theorie von der Umwandlung von Kohlehydraten in Fett die Wachsbereitung der Bienen bei Fütterung mit reinem Honig angeführt; aber die Beobachtungen von Huber, Gundlach oder Dumas und Milne-Edwards sind

nichts weniger als beweisend dafür und Jeder, der die Angaben der Bienenzüchter aufmerksam liest, wird gerade das Gegentheil daraus entnehmen. Ich verdanke Herrn Fischer aus Vaduz die höchst interessante und reichhaltige Literatur über diesen Gegenstand und ich erlaube mir das, was in dem Franz Huber'schen Werke (neue Beobachtungen an den Bienen, herausgegeben von J. Kleine 1856) von J. Kleine, dann von Berlepsch (die Biene und die Bienenzucht 1860) und in der Eichstädter Bienenzeitung von Obigen, Dönhoff, Leukart und Anderen über die Ernährungsverhältnisse der Biene gesagt wird, kurz zusammenzustellen.

Man glaubte früher, der Honig komme vom Blumennektar, das Wachs sei der Blumenstaub, welcher nur wenig verändert aus dem Magen oder Mund der Bienen als Schaum hervortrete. Reaumur[1]) sah zuerst die Bienen auch ohne Blumenstaub noch Wachs erzeugen, aber er meinte, derselbe müsse eben während längerer Zeit im Magen verarbeitet werden. Später stellte sich endlich heraus[2]), dass das Wachs etwas ganz anderes ist, als der Pollen, ja, dass es nicht einmal ein Bestandtheil desselben ist, sondern dass es in Plättchen aus Behältern unter den Bauchringeln der Insekten hervorquillt; das Wachs ist das Sekret von Drüsen, wie das Sekret der Talg- oder Milchdrüsen, welches nicht direkt von der Nahrung herrührt.

Huber, dem Aelteren, war es aufgefallen, dass frische Schwärme, welche keinen Pollen mit sich führten und in leere Körbe gesetzt worden waren, nichtsdestoweniger Waben bauten, während die Bienen alter Stöcke viel Pollen eintrugen, ohne Waben zu bauen.

Er glaubte nun durch seine Versuche beweisen zu können, dass das Wachs gar nicht aus dem Blumenstaub, sondern aus dem Honig hervorgeht. Er hinderte ein Volk am Sammeln von Blumenstaub und setzte ihm reinen Honig[3]) vor; in 5 Tagen war der Honig ver-

---

1) Reaumur, mém. pour servir à l'histoire des insectes. T. 5. p. 403.

2) Hunter, Phil. Transact 1792.

3) In nicht sorgfältigst gereinigtem Honig sind geringe Mengen von Eiweiss und Fett vorhanden; jedoch sind sie zu klein, um hier einen Ausschlag zu geben und dann thut für die Wachserzeugung reiner Zucker die nämlichen

zehrt und im Korb befanden sich 5 Waben. Er dachte sehr wohl daran, ob dieses Wachs nicht von einem im Körper der Bienen befindlichen Vorrath von Blumenstaub herstammen könnte; dann aber müsste doch, meinte er, der Vorrath schliesslich aufgezehrt sein. Er brachte daher dieselben Bienen mit neuem Honigvorrath in den Korb, 3 Tage darauf waren wieder 5 neue Waben entstanden; 5 Mal hinter einander konnte er bei ausschliesslicher Honigfütterung Waben ausbrechen. In einem anderen Versuche gab er einem Stock nur 500 Grmm. Kanarienzucker, einem zweiten 500 Grmm. sehr unreinen Farinzucker, einem dritten 500 Grmm. Honig. Alle drei Stöcke producirten Wachs; der erste lieferte 42.4 Grmm. Wachs, der zweite 85.9 Grmm. Sieben Mal hinter einander wurde dies mit den nämlichen Bienen wiederholt, und stets Wachs, beinahe immer in derselben Quantität erhalten. Umgekehrt sah Huber, als er den Bienen nur Blumenstaub und Früchte gab, während 8 Tagen keine Wachsproduktion. Nach Huber muss hier aus Zucker Wachs entstanden sein.

Ganz ähnlich ist es mit den späteren Angaben von Gundlach. Derselbe setzte einem aus 2765 Individuen bestehenden, 295 Grmm. schweren Bienenvolke für 7 Tage 855 Grmm. Honig vor; dabei wurden 353.8 Grmm. Honig in Waben aufgespeichert und 18.4 Grmm. Wachs erzeugt. Gundlach nimmt an, dass die Thiere in der betreffenden Zeit 103 Grmm. Honig zu ihrer eigenen Ernährung bedurften, sie konnten also 398.2 Grmm. Honig auf die Produktion der 18.4 Grmm. Wachs verwenden, d. h. es kommen 100 Grmm. Honig auf 4.6 Grmm. Wachs. Eine Biene wog 0.107 Grmm. und das von ihr in 6 Tagen gelieferte Wachs 0.0066 Grmm. = 6% des Körpergewichtes.

Dienste wie Honig. In der hiesigen Hofapotheke wird der Honig gereiniget, indem grössere Mengen mit viel Wasser vermischt und dann längere Zeit gekocht werden; dabei scheidet sich nach der Beobachtung von Herrn Mich. Pettenkofer an der Oberfläche ein Gerinsel ab, das aus eiweissartiger Substanz besteht und auch durch Aether ausziehbares Fett enthält. 5600 Grmm. braun gefärbter Honig gaben 11.743 Grmm. Eiweiss und 2.119 Grmm. Fett; 2880 Grmm. weisser Honig 3.603 Grmm. Eiweiss und 0.515 Grmm. Fett. In 100 Honig waren also 0.21 und 0.12% Eiweiss und 0.04 und 0.02% Fett.

Aber sollte das Wachs dabei nicht aus dem im Thier schon vorhandenen Fett hervorgehen? Dass dies unmöglich ist, zeigten die schon citirten Versuche von Dumas und Milne-Edwards, bei denen auch auf das Fett im Honig und im Thier Rücksicht genommen wurde. Bei dem einen scheinbar für Huber stimmenden Versuche der französischen Forscher producirten 1788 Stück Bienen in 32 Tagen 11.5 Grmm. Wachs (also 1 Biene 0.0064 Grmm. Wachs) bei Fütterung mit 834.9 Grmm. Honig (d. i. aus 100 Honig 1.4 Wachs). Allerdings deckte das im Honig enthaltene oder im Thier vorräthige Fett das Wachs nicht; jedoch bleibt immer noch der Ausweg offen, das producirte Wachs aus dem Pollenvorrath oder dem Eiweiss des Körpers abzuleiten; im Versuch von Gundlach handelt es sich für eine Biene (von 0.107 Grmm. Gewicht) um 0.0066 Grmm. Wachs, im Versuch von Dumas und Milne-Edwards für eine Biene (von 0.087 Grmm. Gewicht) um 0.0064 Grmm. Wachs. Es wäre gewiss nicht unwahrscheinlich, wenn ein Thier ohne Eiweissnahrung in 7 und 32 Tagen aus seinem Eiweissvorrath so viel Eiweiss verliert, um daraus 6 oder 13 % des Körpergewichtes Fett zu bilden.

Warum sind denn die Bienen bei reiner Zuckerfütterung schliesslich in so gewaltiger Aufregung und warum gehen sie in so grosser Anzahl zu Grunde? Doch offenbar, weil sie bei dem Mangel an Eiweiss in der Nahrung verhungerten. Bei der reichlichen Zufuhr von Kohlehydraten verbrennt aber das aus dem zersetzten Eiweiss stammende Fett nicht und kann als Wachs abgeschieden werden. Unter ähnlichen Umständen sahen Pettenkofer und ich beim Hunde, wenn er nur Stärke erhielt, diese für das Körperfett verbrennen und das aus dem Körper-Eiweiss abgespaltene Fett abgelagert werden. Ebenso sind die Angaben von Tiedemann und Gmelin zu deuten, welche bei längerer Fütterung der Gänse mit Gummi, Zucker oder Stärkmehl noch Fett unter der Haut und im Gekröse fanden, die Muskeln aber abgemagert, blass, weich und blutleer; oder die von Macaire und Marcet, welche bei einem Hammel trotz ausschliesslicher Fütterung mit Zucker noch Fett antrafen; warum sollte das Thier auch an Fett abnehmen, wenn die Kohlehydrate das abgelagerte oder aus dem Eiweiss hervorgehende Fett

schonen. Hungernde oder nur Kohlehydrate verzehrende Säugethiere liefern noch Tage lang Milch aus der Milchdrüse, ohne dass die Kohlehydrate die Quelle für das Fett derselben sind. Ebenso erhält vielleicht der Honig das aus dem Eiweiss hervorgehende Wachs intakt.

Dass dem so ist und das Fett nicht aus dem Zucker stammt, geht aus den Mittheilungen der Bienenzüchter mit aller Sicherheit hervor.

Die Nahrung der Biene ist der eiweisshaltige Blumenstaub und der vorzüglich Zucker enthaltende Honig. Die Biene enthält an sich nur wenig Fett, sondern vorzüglich eiweissartige Substanz und braucht daher, wenn nicht das Eiweiss des Körpers rapide zerstört werden soll, vor Allem den schützenden Zucker. Sowie ein magerer Organismus ungleich rascher zu Grunde geht als ein fettreicher, so ist der so gut wie keinen Fettvorrath enthaltende Bienenleib an die beständige Zufuhr von Zucker ebenso gebunden, wie an die von Sauerstoff, während er bei genügender Zuckergabe längere Zeit des Eiweisses entbehren kann. Die Bienen erhalten im Winter oft Monate lang nur Honig ohne Pollen und bleiben gesund, wie die mit reichlichem Fettvorrath versehenen Murmelthiere im Winterschlafe; sie haben aber nach Dönhoff stets Pollen aufgespeichert in sich, und nur eine kurze Zeit lang, nämlich in der Herbstruhe, zur Zeit der Häutung ihres Darmes, enthalten sie keinen Pollen. Aus diesen Gründen geht die Biene bei ausschliesslicher reichlichster Pollennahrung in wenigen Stunden, höchstens in einem Tage, zu Grunde und erhält bei tüchtiger Zuckerzufuhr lange Zeit ihr Eiweiss, wenigstens sah Dönhoff bei einem Völkchen, das er in einen Stock mit leeren Tafeln gesetzt hatte, bei Fütterung mit Kandis nach 6 Wochen noch keine auffallende Abnahme der Chylusmenge im Darm. So lange die Thiere von ihrem eigenen Eiweiss zehren können, so lange können sie Wachs erzeugen; ist der verwendbare Vorrath von Eiweiss aufgebraucht, so hört die Wachsproduktion, selbst bei der ausgiebigsten Zuckerfütterung, auf, während sie bei gleichzeitiger Pollenfütterung ununterbrochen fortgeht.

Wenn die Bienen ihre Brut ernähren, so empfängt diese anfangs den sauer reagirenden Futterbrei, der aus Pollen und Honig im Leib der Arbeiterin bereitet worden ist, und einen Theil des Er-

nährungsmaterials der letzteren darstellt, später aber ein Gemisch aus unverarbeitetem und unverändertem Pollen und Honig. Es ist klar, dass ohne den eiweissreichen Pollen die Brut nicht wachsen kann. Nun sind zur Zeit der Futterbrei- und Wachsbereitung die Bienen meist dick von dem starken Pollenfressen und sie bewahren dadurch einen ansehnlichen Vorrath von Eiweiss in sich. Daher kommt es auch, dass Bienen ohne Zufuhr von Blumenstaub ihre Brut vollenden können, wenn sie den zur Futterbereitung nöthigen Eiweissstoff durch vorherige Zehrung in sich enthalten.

Berlepsch setzte Bienen in einen Stock mit leeren Waben ohne Brut, Honig oder Blumenstaub und fütterte sie ausschliesslich mit dünnflüssigem Honig; nach 11 Tagen fand er Eier, Maden und bedeckelte Zellen in ziemlicher Anzahl. Nun gab er wieder leere Waben hinein und fütterte wiederum mit Honig; 14 Tage darnach, also 25 Tage seit Beginn des Versuchs, waren neben Eiern und kleiner Brut 185 Zellen bedeckelt und die entwickelten jungen Bienen flogen nach 22 Tagen aus. Bei einer anderen Fütterung mit reinem Honig sah Berlepsch die Völker 16—18 Tage lang gut bauen und Brut in Menge einsetzen; nach einem Monat ging weder Bau noch Brut vorwärts und von den Bienen waren viele zu Grunde gegangen, der Rest ermattet und ausgemergelt, 90 Procent der Brut abgestorben. Dönhoff fütterte ein Völkchen blos mit Zuckerwasser; die Königin fing trotzdem dabei an Eier zu legen und die aus den Eiern gekrochene Brut wurde 14 Tage lang gefüttert, wornach der Inhalt des Chylusdarmes sichtlich wässriger und weniger eiweisshaltig war.

Die Bienen können also mit blossem Honig ohne allen Blumenstaub Brut fertig bringen, sowie sie längere Zeit dabei Wachs bereiten oder am Leben sich erhalten können. Nun wird aber Niemand behaupten wollen, dass das Eiweiss, das zum Wachsthum der Brut oder der Ernährung der Arbeiterinnen absolut nöthig ist, aus Zucker entstanden sei und mit eben so wenig Recht darf man es demnach für das Wachs behaupten; die Bienen zehren eben einige Zeit von ihrem Körpereiweiss.

Eine nachhaltige Futtersaftbereitung oder Wachserzeugung aus blossem Honig ist natürlich nicht möglich. So sah Berlepsch

die Bienen öfters schon im Februar, ehe sie ausfliegen und Pollen sammeln konnten, Brut zu Hunderten und Tausenden ansetzen, bald aber damit trotz bedeutender Honigvorräthe nachlassen, weil die Thiere ausgemergelt waren. Es kommt ganz darauf an, wie viel die Thiere Eiweiss in Vorrath bei sich haben; haben sie gerade Pollen gesammelt, von dem eine Biene nach den Schätzungen von Fischer mehr als 0.010 Grmm. reserviren kann, so halten sie den Eiweisshunger länger aus und bereiten dabei länger Futterbrei für die Brut oder Wachs; haben sie dagegen keinen Vorrath, so bauen sie nicht. Daher rühren die verschiedenen Resultate der Versuche bei der ausschliesslichen Honigzufuhr her.

Es ist erwiesen, dass die Bereitung des Futterbreies und die des Wachses entsprechende Vorgänge sind. In bauenden und fütternden Bienen findet sich viel Pollen und Honig, sie nehmen dabei mehr ein, als zu ihrer eigenen Erhaltung nöthig ist und es ist die Bereitung des Futterbreies ähnlich der Milcherzeugung bei säugenden Säugethieren, die Absonderung des Wachses ähnlich der Fettmast aus Eiweiss. Die Bildung von Futterbrei und Wachs stehen in dem innigsten Zusammenhange. Für die Bildung des Futterbreies werden Pollen und Honig im Darm verarbeitet, d. h. auf gewisse Weise verändert und manche gröberen Theile als unbrauchbar entfernt, also zu dem Chymus gemacht, welcher vom Darm der Biene aus in den Körper derselben übergehen kann; die Arbeiterinnen verdauen in der ersten Zeit für die Brut und geben den Ueberschuss an sie ab. Bei der Wachsbereitung wird dagegen der Ueberschuss nicht an die Brut abgegeben, sondern in die Säfte und Organe der Arbeiterinnen aufgenommen und dort im Stoffwechsel in stickstoffhaltige Produkte und Fett zersetzt, wobei dann bei Gegenwart von viel Zucker das letztere nicht verbrannt, sondern als Wachs entfernt wird, da es die Biene an ihrem Leib nicht absetzt; bei der Fütterung der Brut müssten dann viel weniger stickstoffhaltige Zersetzungsprodukte durch die Malpighischen Gefässe ausgeschieden werden als bei dem Wabenbau. Bei ausschliesslicher Pollennahrung hört die Wachsproduktion auf, da das aus dem Eiweiss entstandene Fett verbrannt wird. Wenn man daher Bienen, welche sich dick vollgesogen haben, von den Brutwaben wegnimmt, so schwitzen

sie alsbald Wachsplättchen aus und fangen in den ersten Stunden zu bauen an und zwar viel rascher als die vom Felde kommenden mit Honig beladenen, da sie den vorhandenen Speisebrei nicht als Brutfutter absetzen können. Jeder junge Schwarm trägt während des Wachsbaues vor der Brutfütterung Pollenbällchen ein, ohne sie aufzuspeichern, es wird die ganze Eiweissnahrung in Wachs verwandelt; sobald man jedoch dem Stock die Königin nimmt und er weder baut noch brütet, so wird Pollen in Zellen aufgespeichert, also muss der letztere vorher neben der Erhaltung des Körpers zur Wachsabsonderung verwendet worden sein. Wenn ein nicht bauendes Volk im Winter Monate lang bei blosser Honignahrung ohne Pollen aushält, eines aber, welches ohne Pollenzufuhr gebaut hat, nur kurze Zeit, so kann kein Zweifel über den Ursprung des Wachses mehr bestehen.

Sehr schön wies Berlepsch den Einfluss des eiweisshaltigen Pollens auf die Wachsproduktion nach. In einen Stock I brachte er mit Pollen gefüllte, 1315 Grmm. schwere Waben und 6 Stäbchen mit 66 Grmm. Wachsanfängen; in einen Stock II dagegen leere Tafeln und ebenfalls 6 Stäbchen mit 66 Grmm. Wachsanfängen. Die Bienen jedes Stockes wogen 1052 Grmm. und erhielten 2338 Grmm. Honig. Nach 10 Tagen wurden die Waben ausgenommen und gesehen, wie viel Wachs neu erzeugt worden war. Die Waben vom Stocke II wogen mit dem eingeschlossenen Honig 1118 Grmm. mehr als die eingesetzten Wachsanfänge und ohne Honig 51 Grmm. mehr, d. h. es wurden 51 Grmm. Wachs neu erzeugt; es sind darnach 1272 Grmm. Honig im Körper der Bienen verbraucht und 1066 Grmm. in den Waben aufgespeichert worden. Die Waben im Stock I wogen mit dem eingeschlossenen Honig 1049 Grmm. mehr als die eingesetzten Wachsanfänge und ohne Honig 84 Grmm. mehr, d. h. das neugebildete Wachs wog 84 Grmm.; in den Waben sind 965 Grmm. Honig aufgespeichert und im Körper der Thiere 1257 Grmm. Honig und 117 Grmm. Pollen verbraucht worden. Die 117 Grmm. Pollen lieferten 33 Grmm. Wachs (= 65 %) mehr als die reine Honignahrung.

Das Bienenwachs hat eine mittlere Zusammensetzung von

C 81.38
H 13.28
O 5.34

Trennt man den Stickstoff des Eiweisses als Harnsäure ab, so bliebe als Rest

C	38.02
H	5.90
O	9.07
	52.99

Die Beobachtungen der Bienenzüchter sprechen dafür, dass die Bienen bei blossem Honig viel länger ihre Brut ernähren als Wachs erzeugen können; letzteres greift ihren Körper ungleich mehr an als ersteres. Bei einer Bereitung des Wachses aus zersetztem Körpereiweiss, von dem nur ein Theil für das Wachs abfällt, ist dies selbstverständlich, bei einer Bereitung aus Honig geradezu unverständlich.

Nach unsern obigen Mittheilungen würde nur eine sehr geringe Menge Wachs aus viel Zucker entstehen; dagegen wurde die Wichtigkeit und Nothwendigkeit des Eiweisses für die Wachserzeugung, wie für die Futterbreibereitung von allen Sachverständigen eingesehen. Bienen bauen unstreitig am raschesten in der Rapsblüthe, von welcher viel Pollen eingetragen wird, und junge Schwärme fördern den Wachsbau am raschesten bei mit Mehl vermischten Honigportionen. Am entschiedensten betonte Fischer[1]) in Vaduz die Bedeutung des Eiweisses zur Wachsbildung; nur bei hinreichender eiweisshaltiger Nahrung producirt die Biene reichlich und andauernd Wachs und man kann nach seinen Erfahrungen durch eine Futtermischung von 1 Theil Hühnerei mit 2 Theilen Candislösung die Bienen unter allen Umständen zu einer erstaunlichen Wachsabsonderung zwingen, so dass 1000 Stück Bienen täglich 12 Grmm. Wachs geben.

Jedenfalls steht nach dem Gesagten so viel fest, dass von einem Beweise einer Wachsbildung aus Kohlehydraten gar keine Rede sein kann.

Auch gegen die übrigen der früher als beweisend für den Uebergang von Kohlehydraten in Fett angeführten Versuche können grösstentheils ähnliche Einwendungen gemacht werden.

Nach Liebig soll eine magere Gans von 2 Kilo Gewicht bei

---

1) Fischer, landwirthschaftl. Versuchsstationen, 1866, Bd. 8. S. 28.

12 Kilo Mais (10.32 Kilo trocken) in 36 Tagen 1750 Grmm. Fett ansetzen und dabei um 2.5 Kilo an Gewicht zunehmen. Der Mais enthält aber (bei 4.3 %) 516 Grmm. Fett; aus dem Stickstoffgehalt desselben (2 % in der trockenen Substanz) berechnen sich 206.4 Grmm. Stickstoff = 1323 Grmm. Eiweiss, die bei ihrer Zersetzung 680 Grmm. Fett geben; es sind also von den 1750 Grmm. Fett 1196 Grmm. gedeckt und es fehlen 32 %. Dies ist eines der wenigen Beispiele, welches gegen meine Ansicht zu sprechen scheint und wo eine Entscheidung vorläufig nicht möglich ist. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Zahlen von Liebig nicht einem Versuche entnommen sind, sondern nur annähernde Schätzungen darstellen und dass vor der Mast im Körper des Thieres jedenfalls schon Fett vorhanden war. Es kann allerdings eine Gans, wie ich aus Erfahrung weiss, nachdem sie zuerst 8 Tage lang mit gemischtem Fressen gefüttert, dann 28 Tage lang mit Mehlnudeln gestopft worden ist, bei einem Körpergewicht von 6.5 Kilo 1800 Grmm. reines Fett einschliessen.

Die Zahlen von Persoz sind leider nicht näher mitgetheilt, wenigstens finde ich nähere Details nicht auf, und es ist daher nicht mit Sicherheit zu ersehen, ob das Fett und Eiweiss des den Gänsen gegebenen Maises den Fettansatz deckt oder nicht, es hat jedoch den Anschein, als ob auch hier die Kohlehydrate nicht entbehrt werden könnten. An einer Stelle[1]) sagt er nämlich, dass eine mit Mais gefütterte Gans in 22 Tagen um 2045 Grmm. an Gewicht, und um 1595 Grmm. an Fett (vorher 168 Grmm., nachher 1763 Grmm.) zugenommen habe. Es ist aber nicht genau angegeben, wie viel das Thier im Tag Mais frass. Gesetzt den Fall, es hätte täglich 500 Grmm. Mais verzehrt, so hätte dies für 22 Tage 11 Kilo Mais betragen. Darin sind nun unter obigen Annahmen 473 Grmm. Fett und 1221 Grmm. Eiweiss, entsprechend 628 Grmm. Fett; im Ganzen hätten daraus 1101 Grmm. Fett sich bilden können, während das Thier 1595 Grmm. Fett ansetzte, es fehlen 494 Grmm. = 31 %. Auch unter den übrigen Versuchen von Persoz mit entfetteten oder fettarmen Substanzen reicht

1) Persoz, l'Institut 1844. Nro. 573, p. 422.

nach den vorliegenden spärlichen Daten bei dem ersten das Fett ebenfalls nicht aus, das bei der Mast abgelagerte zu liefern. Eine Gans erhielt während 37 Tagen 12 Kilo mit Aether entfetteten Maises; sie nahm um 1205 Grmm. an Gewicht und um 1058 Grmm. an Fett zu (vorher 165 Grmm., nachher 1233 Grmm.); 12 Kilo fettfreien Maises liefern aus dem Eiweiss höchstens 666 Grmm. Fett (= 63 %). Dagegen ist aber einzuwenden, dass es absolut unmöglich ist, Maiskörner durch Behandeln mit Aether alles Fettes zu berauben. Bei einer Mischung von 2 Theilen Kartoffeln, 1 Theil Stärke und $^1/_{20}$ Theil calcinirter Knochen nahm das Thier binnen 10 Tagen von 2705 Grmm. auf 2492 Grmm. an Gewicht ab; als nun $^1/_6$ Theil entfetteten Käsestoffs dazu gegeben wurden, wog das Thier nach 31 Tagen 3010 Grmm. und hatte 507 Grmm. Fett angesetzt (vorher 170 Grmm., nachher 677 Grmm.) Von 2 anderen Gänsen, welche Nudeln aus 4 Theilen Kartoffeln, 2 Theilen Stärke, 1 Theil Zucker und $^1/_{16}$ Theil Knochen frassen, hatte die eine in 43 Tagen 705 Grmm. Fett erzeugt, die andere in 23 Tagen 1073 Grmm. Die letzten 3 Beispiele sind nicht zu verwerthen, da über die Mengen der Nahrung nichts verzeichnet ist. Es geht aus den Daten von Persoz hervor, dass bei Entfettung des Maises ansehnlich weniger Fett abgelagert wird, ferner dass fett- und eiweissarme, aber stärkereiche Substanzen nicht mästen und ein Zusatz von eiweisshaltigen Stoffen sofort einen Fettansatz hervorbringt. Nichtsdestoweniger genügt das Fett nicht zur Deckung des Mastfettes; ich kann mich aber vor der Hand nicht entschliessen, auf dieses spärliche Material hin die Kohlehydrate zu Hülfe zu ziehen; Persoz giebt an, dass die gemästeten Gänse weniger Fleisch enthielten als die magoren, was nicht in Rechnung gebracht ist, und er sagt in einer seiner Abhandlungen, die Gänse hätten vor der Mast schon 312 Grmm. Fett gegeben, darnach würde das Deficit beträchtlich kleiner werden; nimmt man noch dazu, dass man früher keine Vorstellung davon hatte, wie sorgsam man bei Versuchen der Art verfahren müsse, so wird man meine Zweifel gerechtfertigt finden. Zudem liegen auch noch die ausführlich beschriebenen Versuche Boussingault's an Gänsen und Enten vor, welche eine Auslegung in meinem Sinne vollkommen zulassen.

Von 5 Gänsen, wie er sie zur Mästung anstellte, wog ein Stück im Mittel 3380 Grmm. und enthielt 1561 Grmm. Fleisch und 292 Grmm. Fett. Nun wurden 6 ähnliche Gänse gemästet; jedes der Thiere (anfangs 3348 Grmm. wiegend) frass in 31 Tagen täglich 386 Grmm. Mais, wobei es 1837 Grmm. an Gewicht, 576 Grmm. an Fleisch und 1251 Grmm. an Fett gewann. Im Futter der 6 Gänse befanden sich 5032 Grmm. Fett (7 % im frischen Maïs), in 7450 Grmm. trockenen Exkrementen 715 Grmm.; darnach hatten somit allerdings sämmtliche Gänse Boussingault's 3190 Grmm. Fett mehr angesetzt, als im Mais nach Abzug des im Kothe wieder entleerten Fettes vorhanden waren, aber im Mais befanden sich auch 7690 Grmm. Eiweiss (1.66 % Stickstoff und 10.71 % Eiweiss im frischen Mais), von denen noch die in 3457 Grmm. angesetztem Fleisch enthaltenen 830 Grmm. Eiweiss und vom Koth etwa 149 Grmm. Eiweiss abzurechnen sind. Es bleiben dann 6711 Grmm. Eiweiss übrig, die 3449 Grmm. Fett geben, während nur 3190 Grmm. noch zu decken waren.

Noch schlagender sind die von Boussingault bei Enten erhaltenen Ergebnisse. Eine Ente von 1550 Grmm. Gewicht erhielt täglich 140 Grmm. Mais und setzte in 15 Tagen 180—200 Grmm. Fett an, während im Mais nur 147 Grmm. waren; das Fehlende (33—53 Grmm.) wird aber leicht von den 225 Grmm. Eiweiss des Maises gedeckt. — In einer anderen Reihe wurden 3 Enten, von denen ursprünglich jede 226 Grmm. Fett enthielt, mit Reis gefüttert; die erste bekam während 12 Tagen 1500 Grmm. Reis (mit 10.5 Grmm. Fett) und setzte 12 Grmm. Fett an, die zweite frass in 15 Tagen 1875 Grmm. Reis (mit 13.1 Grmm. Fett) und bildete 29 Grmm. Fett. Die dritte erhielt in 19 Tagen 2375 Grmm. Reis (mit 18.0 Grmm. Fett) und lieferte 135 Grmm. Fett mehr. In Nro. 1 und 2 erzeugte also der stickstoff- und fettarme Reis nicht mehr Fett, als schon in ihm vorgebildet war; nur in Nro. 3 wurde auffallend viel Fett gefunden und Boussingault lässt die Möglichkeit zu, dass in dem Thier vorher schon mehr Fett enthalten war, aber auch die im gefressenen Reis vorhandenen 178 Grmm. Eiweiss können den grössten Theil davon liefern.

Es ist auffallend, dass Dumas, Boussingault und Payen

auf ihren ersten Versuch an der Milchkuh, bei dem das Fett der Nahrung schon im Stande war, alles Fett der Milch zu liefern, nicht mehr Nachdruck legten, und dass Boussingault durch den misslungenen Versuch der Mästung 8 monatlicher junger Schweine mit Kartoffeln nicht auf die rechte Spur geleitet worden ist. Das eine Schwein nahm während 93 Tagen in den Kartoffeln, welche roh nur 0.0018 % Fett enthielten, aber noch mit Molken und allerlei Küchenrückständen gemengt waren, 1.09 Kilo Fett auf und schied davon 0.37 Kilo wieder im Koth aus, resorbirte also 0.72 Kilo; beim Schlachten fanden sich am Körper 0.67 Kilo Fett und 2.87 Kilo Fleisch bei einer Gewichtszunahme von 7.24 Kilo angesetzt. Ein zweites junges Schwein verzehrte in 205 Tagen in den Kartoffeln 2.87 Kilo Fett, von denen 1.13 Kilo mit den Exkrementen abgingen und 1.74 Kilo in's Blut aufgenommen wurden; die Sektion gab eine Gewichtsvermehrung um 24.5 Kilo und einen Ansatz von 1.90 Kilo Fett und 12.47 Kilo Fleisch. Boussingault war also nicht im Stande, Schweine mit Kartoffeln fett zu machen, trotz der übermässig grossen Stärkemenge; sie setzten nur so viel Fett an, als in den Kartoffeln schon enthalten war. Dies Resultat frappirte ihn natürlich sehr, und er dachte schon daran, ob vielleicht die Stärke nicht geeignet sei, Fett zu produciren; er suchte sich jedoch schliesslich hinauszuhelfen, indem er annimmt, dass die Stärke zum Absatz von Fett stickstoffhaltige Nahrung nöthig hat, sowie nach Letellier[1]) Fett, ausschliesslich gegeben, nicht zur Vermehrung des Fettes im Körper beitrage, sondern nur in Verbindung mit Eiweiss.

1) Letellier (Annal. de chim. et de phys. 3. Sér. 1844. T. 11. p. 150) hatte nämlich Turteltauben mit allerlei Nahrung gefüttert. Bei Darreichung von Butter allein (8.2 Grmm. im Tag), von welcher sehr viel im Koth wieder abging, enthielt der Körper nur 7.1 % Fett, bei Fütterung mit 13 Grmm. Zucker im Tag nur 6.3 % Fett, während normal mit Hirse ernährte Thiere 15.85 % Fett gaben. Aus solchen Versuchen ist aber gar nichts zu entnehmen, da die Tauben auch bei Fütterung mit einem Gemische von 12 Grmm. Eiweiss und 10 Grmm. Zucker, wie bei Fütterung mit Fett oder Zucker allein, an Gewicht abnahmen und nur 4.4 % Fett enthielten. Letellier leugnet aber darnach die Bildung von Fett bei ausschliesslicher Fett- oder Zuckerzufuhr, was schon durch Boussingault widerlegt ist, der eine mit Butter (90—100 Grmm. im Tag) gestopfte Ente von 226 Grmm. Fett auf 440 Grmm. zunehmen sah.

Wenn bei dem S. 87 angegebenen, von Boussingault an einem Schweine ausgeführten Versuche das von der Geburt bis zu 8 Monaten angesetzte Fett nicht durch das in der Nahrung präformirte Fett gedeckt wird, so ist zu berücksichtigen, dass dabei das durch die Muttermilch überkommene Fett nicht eingerechnet worden ist und dass der Fettgehalt von dem weitaus das meiste Fett enthaltenden eau graisse (einem Mischmasch aus den Abfällen der Küche und der Milchwirthschaft) nach einer einmaligen Analyse nicht genau anzugeben ist. Das Thier hatte in 8 Monaten 14.83 Kilo Fett angesetzt und aus der Nahrung nur 6.72 resorbirt; der Rest von 8.11 Kilo Fett kann, abgesehen von den genannten Mängeln in der Bestimmung der Fettzufuhr, sehr wohl von dem etwa 27.7 Kilo betragenden Eiweiss der Nahrung herrühren.

Ich habe dann noch einen zweiten Versuch von Boussingault an Schweinen angegeben. Neun 8—12 monatliche Thiere nahmen bei der Mast in 98 Tagen 413 Kilo an Gewicht zu und wurden um 182 Kilo Fleisch und 103.2 Kilo Fett reicher. Von letzterem konnten 44 Kilo durch das Fett der Nahrung nicht gedeckt werden. Sie nahmen aber ein an Eiweiss sehr reiches Futter auf, denn es befanden sich darin 346 Kilo Eiweiss, die nach Abzug von 87 Kilo für den Koth und von 44 Kilo für den Fleischansatz längst hinreichen, die fehlenden 44 Kilo Fett zu geben.

Auch das von Liebig angeführte Beispiel über den Verbrauch und Ansatz eines Mastschweines bezeugt das Gleiche. Es fehlten uns 9.5—14.0 Kilo Fett. Die 166.5 Kilo Erbsen enthalten aber (bei 23.5 %) 39.1 Kilo Eiweiss und die 273.0 Kilo trockene Kartoffel (bei 9.96 %) 27.2 Kilo, beide zusammen 66.3 Kilo Eiweiss. Wenn das Thier auch 26 Kilo Fleisch mit 6.3 Kilo Eiweiss angesetzt und 22.0 Kilo Eiweiss mit dem Koth wieder entfernt hat, so bleiben immerhin wenigstens 38 Kilo Eiweiss zur Abspaltung von 19 Kilo Fett zur Verfügung.

In der überwiegenden Mehrzahl der Versuche ist genügend Fett und Eiweiss vorhanden, um das Körperfett daraus abzuleiten und die Kohlehydrate zu diesem Zwecke zu entbehren. Nur die Angaben von Liebig und Persoz über die Fettablagerung bei Gänsen und die von Lawes und Gilbert über die bei Mast-

schweinen lassen diese Deutung nicht zu. Die ersteren kann ich aber aus den vorher angegebenen Gründen bis jetzt nicht als Gegenbeweis betrachten; wie es sich mit den Letzteren verhält, ist schwer zu entscheiden.

Die mit ungeheurem Aufwande an Mühe und mit bewundernswerther Ausdauer ausgeführten Schlachtresultate von Lawes und Gilbert[1]) sind bekannt. Aus diesen suchten sie nun darzuthun[2]), dass bei Mastschweinen in manchen Fällen ein Theil des Fettes aus Kohlehydraten abstamme. Sie halten, und zwar mit Recht, die Schweine für besonders geeignet zur Entscheidung der Frage, da diese noch mit sehr kohlenstoffreichem und fett- und eiweissarmem Futter Fett absetzen.

Sie nahmen zehn Schweine, schlachteten eines zur Bestimmung der Fleisch- und Fettmenge und fütterten die übrigen neun während 8—10 Wochen mit verschiedener Nahrung und ermittelten dann durch die Sektion den Fleisch- und Fettzuwachs.

Ich gebe nach ihren Resultaten eine Zusammenstellung, indem ich den Fettansatz mit der Fettmenge der Nahrung und dem aus dem Eiweiss (zu 51.4 %) hervorgehenden Fett vergleiche, beide reducirt auf 100 Zunahme des Lebendgewichts:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Nh : N fr. wie 1 :	3.6	3.3	2.0	6.6	6.0	4.1	4.1	4.7	3.9
Fett der Nahrung	15.6	20.4	11.2	26.3	12.4	7.9	7.9	7.3	6.6
Fett aus Eiweiss	47.4	51.9	67.5	26.6	29.5	37.8	37.7	33.9	37.9
Summe	63.0	72.3	78.7	52.9	41.9	45.7	45.6	41.2	44.5
Fettansatz	63.1	73.9	69.6	79.0	71.2	64.1	63.9	62.0	59.9
Von 100 Fettansatz sind gedeckt .	100	98	113	67	59	71	71	66	74

Darnach würde also unter neun Fällen in drei das Fett und Eiweiss den gefundenen Fettansatz ermöglichen, und zwar bei der grössten Eiweissmenge in der Nahrung; in vier, bei mittlerer Eiweisszufuhr, fehlen im Mittel 29 % Fett; bei zweien, bei welchen am meisten

1) Lawes und Gilbert, Philosoph. Transact. 1859. Part. II. p. 493; Report of the British Association for the Advancement of Science for 1852 und 1854; Journ. Roy. Ag. Soc. Eng. 1853. Vol. 14. Part. 2.

2) Lawes und Gilbert, Philosophical Magazine for December 1866.

Fett angesetzt und am wenigsten Eiweiss gefüttert worden ist, und zwar in einem Verhältniss zu den stickstofffreien Stoffen, wie es die Erfahrung als am günstigsten gelehrt hat, fehlen sogar im Mittel 37 % Fett, die also nur von Kohlehydraten herrühren können.

Ich gestehe offen, ich bin nicht im Stande gewesen, durch die Zahlenmassen, die im höchsten Grade unübersichtlich an einander gereiht sind, mich durchzuarbeiten und einen Ueberblick über den Versuch zu gewinnen. Wenn ich auch zugeben will, dass die Zunahme an trockenem Fleisch und reinem Fett richtig bestimmt ist, obwohl es sehr misslich ist, bei Verschiedenheiten im Körpergewicht von 47—200 Kilo aus einem Schlachtversuch die Anfangsmenge von Eiweiss und Fett anzugeben, so weiss ich doch nicht, ob sich Lawes und Gilbert die grossen Schwierigkeiten eines genauen Ernährungsversuches hinreichend klar gemacht haben. Wie weit sind sie sicher über die Quantität und Zusammensetzung des von den Thieren Gefressenen, über den Stickstoff- und Fettgehalt des Kothes und vieles Andere, über was ich mir aus ihren Angaben keinen hinreichenden Aufschluss verschaffen konnte. Sind alle die Resultate durch Lawes und Gilbert selbst erhalten worden, oder waren, wie es nur zu oft geschieht, die gröbern Arbeiten Andern überlassen? Die Erfahrung hat gelehrt, dass bei solchen Versuchen die grössten Fehler gemacht werden können, wenn nicht die äusserste Sorgfalt und Kritik angewendet wird; man denke nur an die 50 % Stickstoffdeficit in ähnlichen Fällen. Ich bin weit entfernt, über die Arbeiten von Lawes und Gilbert aburtheilen zu wollen; ich kann mich aber nicht, auch bei der strengsten Prüfung der Sachlage, dadurch bestimmen lassen, einen Uebergang von Kohlehydraten in Fett für bewiesen zu erachten. Ich kann es um so weniger, weil aus den übrigen Angaben, z. B. denen von Boussingault und Liebig hervorgeht, dass bei Schweinen die Kohlehydrate für den Fettansatz durchaus nicht nöthig sind. Ich gebe jedoch gerne zu, dass man die Sache bei Gänsen und Schweinen genau prüfen muss, um einen endgültigen Entscheid zu treffen; ich habe die wichtige Aufgabe schon seit langer Zeit in Angriff genommen und werde in einer zweiten Abhandlung darüber Bericht erstatten.

Nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen scheint es mir im höchsten Grade wahrscheinlich, dass in den meisten, vielleicht in allen Fällen die Kohlehydrate nur die Bedeutung haben, das Fett vor der Verbrennung zu schützen. Nicht nur die Möglichkeit, die grösste Anzahl der jetzt vorliegenden Versuche auf diese Weise zu deuten, sondern auch eine Menge anderer Thatsachen weist darauf hin.

Durch das Ueberwiegen der Kohlehydrate und das Zurücktreten von Eiweiss und Fett in der Pflanzennahrung liess man sich vorzüglich verleiten, den ersteren auch für den Fettansatz eine direkte Bedeutung beizumessen; man übersah aber dabei die grossen Quantitäten der verzehrten Nahrung gänzlich. Es ist ein verhängnissvoller Irrthum, die Pflanzenfresser durch eine viel geringere Eiweissaufnahme als principiell verschieden von den Fleischfressern zu betrachten. Die Differenz zwischen beiden besteht nicht in einer Ungleichheit der eigentlichen Ernährungsvorgänge, sondern, wie ich schon angedeutet habe, in der verschiedenen Form, in der die Nahrungsbestandtheile enthalten sind und in einer dadurch bedingten anderen Anordnung der Theile des Darmes, welche die Stoffe resorbirbar zu machen haben. Die Pflanzenfresser nehmen darum eine viel bedeutendere Menge Futter ein, als die Fleischfresser, aber sie scheiden den dritten Theil im Koth wieder ab, während der Fleischfresser bei reiner Fleischnahrung so gut wie gar keinen Koth hat. Die Menge des Resorbirten ist nicht wesentlich verschieden, nur muss für das Fett, welches der Fleischfresser aufnimmt, etwa 2.4 mal mehr an Zucker in die Säftemasse des Pflanzenfressers gelangen.

Man machte sich früher keine Vorstellung von dem massenhaften Verbrauch von Eiweiss und auch von Fett beim Pflanzenfresser. Ein Hund von 35 Kilo verbraucht bei einer aus Fleisch und Fett gemischten Nahrung etwa 15 Grmm. Stickstoff im Tag, d. i. auf 1 Kilo 0.4 Grmm. Wenn nun eine Kuh von etwa 500 Kilo täglich im Harn 94 und in der Milch 49 Grmm. Stickstoff entfernt, so sind dies 143 Grmm. Stickstoff (entsprechend 889 Grmm. trockenem Eiweiss), auf 1 Kilo treffen mithin 0.3 Grmm. Wenn man nun bedenkt, dass nach meinen früheren Angaben ein grös-

seres Thier im Verhältniss ungleich weniger verbraucht als ein kleineres, so wird die Differenz sich ausgleichen. Ein Mensch von 60 Kilo Gewicht verbraucht z. B. bei reichlicher animalischer Kost 17 Grmm. Stickstoff, also 0.3 Grmm. auf 1 Kilo, wie die pflanzenfressende Kuh.

Eine Erzeugung von Fett aus Stärke würde aber eine Verschiedenheit in den Zersetzungsvorgängen beider Thierklassen voraussetzen und dies ist von vornherein sehr unwahrscheinlich. Nach meiner Auffassung sind die Umsetzungen im Leib der Pflanzenfresser die gleichen wie im Leib der Fleischfresser und die Kohlehydrate haben für beide die gleiche Bedeutung, sie gehen nicht selbst in Fett über, sondern verhüten nur die Oxydation des letzteren. Bei dem Fettansatz handelt es sich darnach nicht um einen neuen vorher nicht vorhandenen Process, der erst bei reichlicher Fütterung auftritt, wie man bis jetzt annehmen musste, sondern nur um ein Stehenbleiben auf einer gewissen Stufe einer beständig vor sich gehenden Zersetzung unter dem Einflusse von Stoffen, welche statt des Fettes verbrennen, oder in pathologischen Fällen unter dem Einflusse eines zu geringen Sauerstoffzutrittes. Das Fett der Nahrung und ein Fett, welches sich stets normal bei dem Zerfall des Eiweisses abspaltet, sie sind das Material für das Fett im Thierkörper. Die sauerstoffreichen Kohlehydrate sind für einen Uebergang in Fett ungünstig, denn es müssen von ihnen, wie schon Liebig berechnete, auf 120 Aeq. Kohlenstoff 90—110 Aeq. Sauerstoff weggehen, vom Eiweiss nur 26 Aeq., und es finden sich auf 120 Aeq. Kohlenstoff im Fett 10 Aeq. Sauerstoff, im Eiweiss 36 Aeq., in der Stärke und dem Zucker 100—140 Aeq. Es können daher aus dem Zucker nur 37 % Fett hervorgehen, aus dem Eiweiss 51 %. Die Eigenthümlichkeit des Fettes jedes Thieres oder der verschiedenen Stellen des gleichen Thieres[1]) deutet auf ein Entstehen desselben an der bestimmten Stelle durch die Thätigkeit der Zellen hin. Im Futter ist kein Schweinefett oder kein Thran oder keine Butter vorhanden; die Triglyzeride der Oelsäure, der Palmitinsäure oder Stearinsäure können wohl vom Fett der Nahrung

1) Lassaigne, Journ. chim. med. (3.) T. 7. p. 266. — E. Schultze und A. Reinecke, landw. Versuchsstationen, 1867. S. 97.

stammen, gewisse Mengen eines für die Thierart oder den Ort eigenthümlichen Fettes, das dem Gemische das Gepräge aufdrückt, können wohl nur aus dem Eiweiss hervorgehen. Eine zu grosse Menge von in der Nahrung zugeführtem Fett verwischt darum auch das sonst Charakteristische einer Fettart, wie z. B. die Butter ein flüssiges, nach Rüben riechendes Fett einschliesst, wenn man den Kühen die Hälfte des Heufutters entzieht und durch an Oel reichen Runkelrübenkuchen ersetzt.

Die höchst wichtigen Untersuchungen von Diaconow und Strecker über das Phosphor- und Stickstoff-haltige Lecithin, das sich so leicht in Glyzerinphosphorsäure, Oelsäure, Palmitinsäure und Neurin spalten lässt, und das verbreitete Vorkommen desselben in Begleitung von Fetten z. B. im Gehirn, der Galle, dem Eidotter etc. sprechen sehr für den angedeuteten Zusammenhang der Fette und des Eiweisses. Ausserdem haben wir nicht den mindesten Anhaltspunkt dafür, wie und wo im Körper aus Zucker Fett entstehen soll, vielmehr deutet Manches darauf hin, dass darin der umgekehrte Vorgang stattfindet, während es viel einfacher ist, sich vorzustellen, unter den Produkten der Zersetzung des Eiweisses finde sich allemal Fett, das unter Umständen nicht weiter angegriffen werde.

Die Erfahrungen bei der Mästung der Thiere bestätigen ebenfalls meine Ansicht.

Man weiss nicht, warum bei reichlichster Stärkezufuhr, aber geringer Eiweissmenge die Thiere niemals Fett absetzen, wenn man aus den Kohlehydraten das Fett hervorgehen lässt. Nach Boussingault mästen sich Schweine mit Kartoffeln nicht, Gänse und Enten nach Boussingault und Persoz nicht mit dem stickstoffarmen Reis, wohl aber mit Mais oder bei Zusatz von eiweissreichen Substanzen. Schon Schwertz hatte angegeben, dass man mit Kartoffeln allein wohl Fleisch (Wasser?) produziren kann, aber kein Fett, und auch Roberts sagte, bei Kartoffelfütterung beladen sich die Schweine im Anfang namentlich mit Fleisch (Wasser?), aber ihr Zunehmen hielte bald ein, obwohl sie fortfahren, mit dem gleichen Appetit zu fressen. Es wäre doch im höchsten Grade sonderbar, wenn selbst bei übermässiger Zufuhr des Materials, aus dem man das Fett ableitet, kein Fett angesetzt wird. Man hat

zwar gemeint, es sind stickstoffhaltige Zellen und stickstoffhaltige Organe nöthig, in denen sich das Fett ablagern oder in denen die Kohlehydrate zu Fett werden können. Gewiss gehören sie dazu, aber sie sind schon bereit, namentlich die Zellen im Unterhautzellgewebe und im Zellgewebe überhaupt, welche bei Magern einen eiweisshaltigen flüssigen Inhalt haben und beim Fettwerden sich einfach mit Fett anfüllen. Man kann Thiere bei ausschliesslicher Darreichung von Fett ziemlich reich an Fett machen; die mit Butter gestopfte Ente von Boussingault setzte 214 Grmm. Fett an, unsere Hunde lagerten bei Zufuhr von reinem Fett viel Fett ab, und man kann sie bei Fütterung mit wenig Fleisch und viel Fett sehr fett machen, ohne dass Eiweiss angesetzt wird, was mit Kohlehydraten nicht möglich ist. Jetzt verstehen wir die Bedeutung des Eiweisses für die Fettbildung sehr wohl.

Keiner der Züchter konnte sich des Eindruckes der Wichtigkeit des Eiweisses für die Fetterzeugung erwehren. Persoz, welcher den Uebergang von Stärke in Fett vertheidigt, meint, dass sich vielleicht auch Fett aus der eigenen Materie des Thieres bilde und dass die stickstoffhaltigen Materien einen viel grösseren Einfluss auf die Bildung von Fett haben, als man gewöhnlich voraussetzt. Am entschiedensten sprach sich aber Boussingault im Jahre 1845 aus, nachdem er im Jahre 1843 mit Dumas und Payen das Eiweiss ohne Effekt für das Fettwerden oder die Butter der Milch hatte sein lassen. Er sagt im Wesentlichen: „und obgleich es unleugbar ist, dass ein genügendes stickstoffhaltiges Regime ohne fette Stoffe Fett in den Thieren entwickelt, so muss man doch gestehen, dass die am raschesten Fett bildende Nahrung diejenige ist, welche viel stickstoffhaltige Stoffe und Fett enthält. Das in mit fettarmer Nahrung gefütterten Thieren sich aufstapelnde Fett rührt entweder von dem Eiweiss oder von den Kohlehydraten oder von beiden zusammen her. Bedenkt man, dass die mästenden Nahrungsmittel constant an stickstoffhaltigen Stoffen reich sind und dass der Kohlenstoff dieser stickstoffhaltigen Stoffe immer grösser ist als der des entwickelten Fettes, so ist man versucht, diesem den Ursprung des Fettes zuzuschreiben. Es würde mir leicht sein, mehrere Mastrationen anzugeben, in denen das Eiweiss die Rolle

fetter Körper zu spielen scheint und ich kenne keine einzige in der Praxis angewendete Ration, in welcher die Kohlehydrate mit einer geringen Menge stickstoffhaltiger Stoffe vereiniget sind. Wenn sich in irgend einem Mastregime die stickstoffhaltigen Stoffe nicht im Ueberschuss befinden, so kann man gewiss sein, in der Nahrung schon fertig gebildetem Fett zu begegnen. Diese Beobachtungen, welche ich übrigens nur unter Vorbehalt mittheile, scheinen noch verstärkt zu werden durch die Leichtigkeit, mit der sich die stickstoffhaltigen Substanzen in Fettsäuren verwandeln lassen." Es ist in der That unbegreiflich, warum Boussingault diese Ansicht nicht mehr hervorgehoben hat, denn er äussert sie in einer Abhandlung, welche eine Zurücknahme der früher mit Dumas und Payen aufgestellten Theorie einschliesst und in welcher er sich ganz offen für einen Uebergang der Stärke in Fett ausspricht, und warum er dieselbe nicht weiter vertheidigt, sondern fernerhin die Liebig'sche Ansicht stillschweigend in ganzer Ausdehnung anerkannt hat. Der Einfluss eines an Eiweiss reichen Futters auf die Fettablagerung ist höchst wichtig. Nach Boussingault sind Kartoffel kein Mastfutter für Schweine, sie enthalten auf 10 Theile Eiweiss 87 Theile Stärke (das Fett auch in Stärke umgerechnet); in dem zweiten Falle, bei dem eine Zunahme an Fleisch und Fett stattfand, war das Verhältniss von 10 : 71; bei der dritten Reihe, bei welcher er den stärksten Ansatz beobachtete, war das Futter am reichsten an Eiweiss, das Verhältniss stellte sich wie 10 : 55. Jedes der Schweine hatte bei dieser letzten Reihe während 98 Tagen täglich 52 Grmm. Eiweiss und 117 Grmm. Fett angesetzt und in der Nahrung 392 Grmm. Eiweiss, 76 Grmm. Fett und 1968 Grmm. Stärke erhalten; Boussingault sagt, in einer Nahrung, welche nur Fleisch producirt, müssen 9.8 % Eiweiss sich befinden, in einer, welche Fleisch und Fett producirt, 11.3 %, im Mastungsfutter 15.3 %. Lawes und Gilbert geben als bestes Verhältniss der eiweissartigen Stoffe zu den stickstofffreien für die Mast der Schweine 10 : 60 an. Sehr interessant ist die verschiedene Gewichtszunahme, welche Jul. Lehmann bei Schweinen fand, welche er mit verschiedenen Mischungen stickstofffreier und stickstoffhaltiger Nahrung gefüttert hatte. Sie war bei einem Verhältniss von 10 : 60 be-

deutender, als bei einem von 10 : 80, sie sank aber wieder beträchtlich nach stärkerer Vermehrung des Eiweisses bei einem Verhältniss von 10 : 40. Wenn wir die Gewichtsänderung als Ausdruck für die Aenderung im Fettgehalt des Körpers betrachten dürfen, so würde dies heissen, dass bei zu viel Eiweiss der Ansatz des Fettes nicht so gross ist, was in voller Uebereinstimmung mit dem von Pettenkofer und mir am Hunde gefundenen Thatsachen steht. Diese Angaben sollen nichts weiter aussagen, als dass in jedem Mastfutter auch beim Pflanzenfresser reichlich Eiweiss sich befindet; um genauere Zahlen geben zu können, müsste man wissen, wieviel von jedem Stoffe in das Blut übergegangen ist und wieviel dadurch Fleisch und Fett erzeugt worden; erst wenn wir dies einmal wissen, können wir an eine rationelle Mästung des Pflanzenfressers denken.

Es ist hier nicht der Platz, die Modalitäten des Ansatzes von Eiweiss und Fett zu entwickeln, es soll dies bei Darlegung des Eiweissumsatzes unter dem Einfluss von Fett und Kohlehydraten und der ausführlichen Beschreibung der von Pettenkofer und mir am Hunde ausgeführten Respirationsversuche geschehen. Ich betone nur, dass alle diese Verhältnisse ganz anders aufgefasst werden müssen, wenn wir einmal mit Bestimmtheit wissen, dass die Kohlehydrate niemals das Material für die Fettbildung abgeben. Wenn dies aber auch der Fall ist, so büssen dieselben natürlich an ihrer Bedeutung für die Entstehung des Fettes nicht ein, sie müssen nach wie vor gegeben werden, um Fett zu gewinnen, da dies ohne sie oxydirt würde.

Man dachte allerdings früher schon an die Möglichkeit der Entstehung des Fettes aus eiweissartigen Substanzen, aber man dachte nicht daran, dass diese Umwandlung in ausgedehntem Maasse vorkomme und noch weniger daran, dass die Kohlehydrate möglicher Weise bei der Fettbereitung direkt gar nicht betheiliget sind. Mögen die fortgesetzten Untersuchungen die Sache in dem einen oder andern Sinne entscheiden, so haben sich doch unsere Anschauungen über die Fettbildung durch das Vorstehende durchgreifend geändert; wir sind in unsern Vorstellungen über die Fettbildung festgerannt gewesen, die neuen Anschauungen werden die

Sache wieder in Fluss bringen. Auf keinen Fall, dies steht jetzt schon fest, spielen die Kohlehydrate dabei eine Hauptrolle, sondern höchstens nur eine Nebenrolle. In vielen Fällen deckt schon das Fett der Nahrnng alles oder einen ansehnlichen Theil der angesetzten Fettmenge. Für weitaus die grösste Mehrzahl genügte das Fett der Nahrung und das aus dem Eiweiss hervorgehende vollständig, den ganzen Fettansatz zu erklären und nur vereinzelte, noch nicht beweisende Fälle blieben übrig, wo dies für einen Theil desselben bis jetzt nicht möglich ist. Nach den Versuchen von Pettenkofer und mir zerfällt, wie ich schon angegeben habe, im Körper, wahrscheinlich ohne Eingriff des eingeathmeten Sauerstoffs, das Cirkulations-Eiweiss am leichtesten in Produkte, deren eines die Zusammensetzung des Fettes hat; dann folgt der Zucker oder die Kohlehydrate, am schwierigsten geschieht dies endlich mit dem aus der Nahrung oder der Eiweisszersetzung stammenden Fette. Daraus geht zur Gewissheit hervor, dass erst dann aus Kohlehydraten Fett sich bilden könnte, wenn alles Fett der Nahrung und alles von dem Eiweiss herrührende Fett abgelagert ist. Es ist möglich, dass darnach aus den überschüssig zugeführten Kohlehydraten noch Fett entsteht, jedoch wird diese Quelle für die Fettbildung stets spärlich fliessen gegenüber den anderen. Sollten sich in der That einzelne Fälle ergeben, wo die genannten Materialien nicht ganz hinreichen das am Körper gefundene Fett zu erzeugen, so müssen für den Rest die Kohlehydrate zu Hülfe genommen werden; sollten sie aber in allen genauen Versuchen als genügend befunden werden, so hat meine Anschauung allgemeine Gültigkeit. Ich hoffe in Bälde Mittheilungen machen zu können, welche den Entscheid bringen.

Erklärung.

Herr Dr. Rummel hat in der Zeitschrift für rationelle Medicin (1868. 3. R. Bd. 33. S. 227) einen Fall von Phosphorvergiftung veröffentlicht. Da die Sektion und die mikroscopische Untersuchung der Leiche unter meiner Leitung geschah und da ich den Fall in meinen Demonstrationen, die Herr Dr. Rummel besuchte, öffentlich besprach, so könnte es scheinen, als sei die Arbeit des Herrn Dr. Rummel durch mich beeinflusst worden. Dies veranlasst mich zu der Erklärung, dass die Auseinandersetzungen des Herrn Dr. Rummel durchaus originell sind und dass ich selbst die Aeusserungen, die mir in den Mund gelegt werden, so wie sie Herr Dr. Rummel bringt, niemals gemacht habe.

L. Buhl.

Ich sehe mich veranlasst zu erklären, dass die von Herrn Dr. Rummel in seiner Abhandlung: „Phosphorvergiftung und akute gelbe Leberatrophie" mitgetheilte Beobachtung über die Abwesenheit der rothen Blutkörperchen in mit Phosphor vergifteten Thieren von ihm allerdings zum Theil an Thieren gemacht wurde, denen ich in meiner Vorlesung Phosphoröl in eine Vene eingespritzt hatte, um meinen Zuhörern die rasche Abscheidung des Phosphors durch die Lunge zu demonstriren, dass ich aber bei der genannten Beobachtung, sowie bei der Arbeit des Herrn Dr. Rummel überhaupt ganz unbetheiligt bin.

C. Voit.

Boden und Grundwasser in ihren Beziehungen zu Cholera und Typhus.

Erwiederung auf Rudolf Virchow's hygienische Studie:
„Canalisation oder Abfuhr?"

Von

Max v. Pettenkofer.

Einleitung.

Virchow bespricht in einer hygienischen Studie: „Canalisation oder Abfuhr?" [1]) auch Boden und Grundwasser in ihrer Beziehung zu Cholera und Abdominaltyphus. Man bleibt bei vielen Stellen unentschieden, wie weit sie einen Einfluss von Grundwasser und Boden anerkennen oder bekämpfen wollen. Virchow hat zum Zustandekommen eines Ausspruches der obersten Medicinalbehörde in Preussen mitgewirkt, gemäss dem es „als eine der dringlichsten Aufgaben der Sanitätspolizei bezeichnet werden müsse, recht bald auch in Berlin vergleichende Beobachtungen über die Höhen des Grundwassers und über den Gang der Morbilität und Mortalität der Bevölkerung anzustellen";[2]) er ist noch jüngst im Stadtmagistrat von Berlin für diesen Ausspruch der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen eingetreten und hat selbst in der genannten Studie Grundwassermessungen für ein Bedürfniss erklärt.

Nach diesen Vorgängen könnte es überraschen, dass Virchow an den Ansichten, die auf die Beobachtung des Grundwassers geführt haben, noch so viel auszusetzen findet, dass mancher seiner Leser zu der irrigen Meinung verleitet werden könnte, Virchow

---

1) Canalisation oder Abfuhr? Eine hygienische Studie von Rud. Virchow. Berlin, Reimer 1869.

2) Ueber die Canalisation von Berlin. Gutachten der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen etc. Berlin 1863.

sei eigentlich ein Gegner der Annahme vom Einfluss des Bodens und Grundwassers auf Cholera- und Typhus-Epidemien.

Ich fasse seine kritischen Bemerkungen von dem Standpunkte auf, dass sie Veranlassung werden sollten, um eine endliche Klärung verschiedener Anschauungen und Auffassungen herbeizuführen. Die Kritik hat das Recht und die Aufgabe, an allem zu rütteln, was sich für längere Zeit festsetzen will und irreleiten könnte. Was wohl begründet ist, muss Widerspruch ertragen können. Wenn ein Forscher vom Range Virchows sich die Mühe gibt, eine Sammlung noch bestehender Zweifel und Bedenken aufzustellen, so halte ich es für meine Pflicht, ebenso ruhig, aber auch ebenso rückhaltlos wie er darauf zu erwiedern. Ich thue es um so zuversichtlicher, als er selbst am Schluss die Hoffnung ausgesprochen hat, dass wir uns nun auf einem Wege nähern werden. Mir scheint es immer im Interesse der Sache und ihrer Entwicklung zu liegen, den Weg der Verständigung zu betreten und keine Gelegenheit zu versäumen, um Missverständnisse zu entfernen und sich klar zu machen, was man von einer Sache zu halten habe und was zunächst zu bearbeiten sei.

Es wird zum Verständniss beitragen, wenn ich, ehe ich auf eine Besprechung einzelner Fragen eingehe, einige allgemeinere Gesichtspunkte vorausschicke, die mich bei meinen Arbeiten geleitet haben. Als ich mich im Jahre 1854 mit der Verbreitungsart der Cholera zu beschäftigen anfing, konnte ich mich des Eindrucks sofort nicht erwehren, dass der menschliche Verkehr dabei eine wesentliche Rolle spiele. Ich fühlte mich sofort im Gegensatze zu den Anschauungen, welche in den dreissiger Jahren herrschend geworden waren, dass nämlich der menschliche Verkehr keinen Einfluss auf die Verbreitung der Krankheit habe. Aber ich musste mir doch auch darüber Gedanken machen, was es für Gründe gehabt haben mochte, dass diese irrige Ansicht zu einer fast ausschliesslichen Herrschaft gelangen konnte. Die Geister waren damals von zwei wesenlosen Schulbegriffen gefangen genommen, die dogmatisches Ansehen erlangt hatten; man sagte und glaubte, die Cholera rühre entweder von einem von den Kranken ausgehenden Contagium oder von einem local und zeitlich spontan entstehenden Miasma

her. Worin das Contagium, worin das Miasma bestehe, wusste Niemand zu sagen, ja man glaubte, dieses zu wissen sei gar nicht nöthig, um die Cardinalfrage der Verbreitungsart der Cholera zu entscheiden. Die langen Reihen von Thatsachen, welche oft in ganz schlagender Weise bald für Contagium, bald für Miasma sprachen, wurden citirt, nicht um thatsächliche naturwissenschaftliche Forschungen und Beobachtungen über Contagium und Miasma daran zu knüpfen, sondern nur um dem einen oder andern Schulbegriff zum Siege zu verhelfen, der immer unentschieden blieb, weil die Waffen der streitenden Parteien ziemlich gleich stark waren und desshalb ungebrochen blieben; man konnte ebensowenig läugnen, dass sich die Choleraepidemien mit grosser Vorliebe einerseits in der Richtung der grossen menschlichen Verkehrsstrassen fortbewegen, als anderseits an gewisse Gegenden und Orte hängen und andere trotz allen Verkehrs oft so auffallend verschonen.

Vom damaligen Standpunkte der Auffassung aus mussten diese beiden einzigen beobachtbaren Thatsachen der Verbreitung stets in unlösbarem Conflikte erscheinen, aber den Thatsachen hat man sich zu fügen, wenn man überhaupt einen Fortschritt in der Erkenntniss erwarten will.

Mir kam es weder unmöglich, noch unwahrscheinlich vor, dass durch den menschlichen Verkehr von einem Orte zum andern etwas, eine Substanz, verbreitet werde, die zu ihrem Leben, zu ihrer Fortpflanzung und Vermehrung, oder um wirksam zu werden, gewisse Bedingungen voraussetzte, die sich nicht überall und nicht immer, die sich an einem Orte mehr, an einem andern weniger finden. Ich fing an, die Choleraepidemien wie von einem Processe abhängig zu denken, zu dem der Verkehr mit Choleraorten wohl Veranlassung geben kann, insoferne dieser etwas specifisches mit sich bringt, was an dem andern Orte als eine Art Ferment oder Keim zu wirken im Stande ist, wenn es dort das geeignete Substrat für seine Entwicklung oder Wirkung vorfindet.

Nach dem Gefühl, welches mir die bereits vorliegenden Thatsachen aufdrängten, schien es mir hoffnungslos, dieses bedingende Substrat einfach im Menschen selbst zu suchen, wie es der Contagionsglaube thut. Es zeigen zwar verschiedene Menschen, auch

in epidemisch ergriffenen Orten, einen sehr grossen Unterschied in ihrer individuellen Empfänglichkeit für Cholera, aber nicht entfernt einen so grossen und constanten, wie die verschiedenen Oertlichkeiten. Dieser ist so beträchtlich, dass er in den dreissiger Jahren den Miasmatikern fast zu einem vollständigen Siege über die Contagionisten verhalf. Mir wäre es wie eine Versündigung an den zahlreichen Lehren erschienen, welche uns die Geschichte schon Jahrzehnte lang in immer wiederkehrenden Thatsachen gepprediget hatte, wenn ich wieder auf einen Standpunkt zurückgegangen wäre, der keine andere Grundlage für sich hatte, als ein Wort, welches noch dazu keine Aussicht auf weitere thatsächliche Beobachtungen eröffnete.

Mir schien es mehr Erfolg zu versprechen, mit Untersuchungen über die Beziehungen der Oertlichkeit zur factischen Ausbreitung der Cholera zu beginnen. So wünschenswerth es wäre, den Cholerainfectionsstoff, den auch meine Ansicht als nothwendig voraussetzt, isolirt zu kennen, ebenso unerlässlich würde es auch dann noch sein, die örtlichen Bedingungen seiner Entwicklung oder Wirkung kennen zu lernen; die letztere Arbeit würde uns auch im Falle des Bekanntseins des ersten Gliedes der Kette nur erleichtert, aber nicht erspart sein, was umgekehrt ebenso ist. Ein blosses Suchen nach dem Cholerakeim erscheint mir vorläufig noch sehr Sache des Glücks oder Zufalls, während sofort bestimmte Resultate zu erwarten sind, wenn man die Unterschiede zwischen Oertlichkeiten prüft und feststellt, welche sich für Cholera empfänglich und unempfänglich erweisen. Die von mir eingeschlagene Richtung hatte vor dem blossen Suchen nach dem Cholerakeime das voraus, dass sie an bereits vorliegenden und zugänglichen, thatsächlichen Verhältnissen anzuknüpfen vermochte, die der Untersuchung und Vergleichung unterworfen werden konnten. Sie ist zwar grossentheils auch noch eine Rechnung mit vielen unbekannten Grössen, deren Werthe sich aber aus weiteren Forschungen und Beobachtungen allmälig ableiten lassen, und wenn der Ansatz richtig ist, muss sich zuletzt selbst der Cholerakeim daraus ergeben. Ich war immer der Ansicht, und bin es gegenwärtig noch mehr als früher, dass auf dem von mir eingeschlagenen Wege auch zuerst der durch den Verkehr verbreitbare

specifische Cholerakeim gefunden werden wird, der mit diesen localen Verhältnissen in irgend einer Weise zusammenhängen muss, und den man einst unzweideutig an ihnen haftend erblicken wird, wenn sich unser Auge in Untersuchung und Beobachtung dieser örtlichen Verhältnisse hinreichend geschärft haben wird, wenn wir einmal nachweisen können, was in einem Orte vorhanden ist, an einem andern nicht, was zeitweise vorhanden ist und dann wieder verschwindet, wie die Krankheit selbst, deren örtliches und zeitliches Auftreten vorläufig den einzigen thatsächlichen Anhaltspunkt bildet, den wir haben. Den Keim anlangend, empfand ich nur das Bedürfniss, um den Gedanken einmal eine bestimmte, verfolgbare Richtung zu geben, ihn — wenn auch nur vorläufig und auf gut Glück hin — irgendwo zu localisiren, und mir schienen die Excremente der Menschen der nächste und beste Platz zu sein. Dieser Gedanke hat viel Beifall gefunden, wahrscheinlich weil er sich ganz den herrschenden Schulbegriffen von einem Contagium anschmiegte, ja ich habe in der Allg. Zeitung gelesen, dass das wohl mein einziges bleibendes Verdienst sein werde. Dagegen möchte ich mich verwahren, denn ich habe den Gedanken nicht erfunden, er ist wenigstens so alt wie die Cholera in Europa. Schon die Aerzte, welche die russische Regierung im Jahre 1829 der aus Asien gegen Europa heranziehenden Krankheit entgegenschickte, und die bekanntlich fast nur Contagionisten waren, localisirten das Contagium, den Keim der Cholera schon vorzugsweise in den Excrementen. Dr. v. Tilesius berichtet über diese ersten Berichte und sagt in seinem bereits 1830 bei Schrag in Nürnberg erschienenen Buche Ueber die Cholera und die kräftigsten Mittel dagegen Band 2 S. 44: „Ich bekümmere mich nicht so viel um die flüchtigen und fixen Ansteckungsstoffe und andere feine Distinctionen, aber das scheint mir wichtig, dass die Cholera durch die Abtritte so sicher ansteckt.“ Man scheint auch in der neuesten Zeit über diesen Gedanken noch nicht viel weggekommen zu sein; obschon man den Keim weder in den Abtritten noch sonstwo gefunden hat, glaubt die Mehrzahl der Aerzte doch noch, dass die auch von mir adoptirte hypothetische Localisirung eine richtige sei, selbst Virchow stellt es nicht in Abrede.

Gleichwie man den Keim, den der menschliche Verkehr verbreitet, irgendwo localisiren muss, um nur einmal mit Untersuchungen beginnen zu können, so ist es auch nothwendig, den Einfluss der Oertlichkeit, der ebenso eine unbestreitbare Thatsache geworden ist, in irgend einen bestimmten Theil oder Theile zu verlegen. Wenn man halb cholerakranke Orte vor Augen hat, wie ich z. B. in Nürnberg und Traunstein 1854 beobachten konnte, in denen die Häuser und die Menschen, die darin wohnen, in den immunen Theilen sich in gar nichts von denen in den ergriffenen Theilen unterschieden, weder in der Bauart, noch in Wohlhabenheit, Alter, Stand, Geschlecht, Gewohnheiten, Beschäftigung, Verkehr, Nahrung, Getränk; wenn ich ferner sah, wie die nur eine Meile entfernte, dicht bevölkerte Fabrikstadt Fürth mit dem einseitig-kranken Nürnberg durch stündliche Eisenbahnzüge ununterbrochen verkehrte, und trotz mehrfacher von Nürnberg, Augsburg und München eingeschleppter Cholerafälle doch von der Epidemie verschont blieb, so schien mir schon 1854 der Gedanke keine blosse Hypothese mehr zu sein, dass der Grund des Unterschiedes nur in dem Boden zu suchen sein könne, mit dem wir auf zwei Wegen beständig verkehren, durch das Medium der Luft und des Wassers. Diese bedingenden örtlichen Einflüsse im Boden zu localisiren, dafür hatte ich viel mehr feststehende Thatsachen vor mir, als für die Localisation des Einflusses des Verkehrs in den Excrementen, und ich kann wirklich nicht begreifen, woher es kommt, dass letzteres fast allen Aerzten so wahrscheinlich und ersteres so unwahrscheinlich vorkommt.

So lebendig in mir auch die Ueberzeugung war und ist, dass ich mich auf keinem Irrweg befinde, ebenso lebendig war und ist auch die Empfindung, wie weit und mühsam der Weg zum endlichen Ziele ist, wie wenig meine Kräfte allein genügen, das Ziel zu erreichen. Das durfte mich aber nicht abhalten, anzufangen und auch Andere zu ermuntern, sich auf diesen Weg zu machen. Ich habe auch nie gesagt oder geglaubt, dass ich zuerst oder allein die Thatsachen gefunden hätte, die meine Auffassung bestimmten, im Gegentheile habe ich in meinen Schriften wiederholt hervorgehoben, dass nicht nur Fourcault und Boubée in den

vierziger Jahren in Frankreich, sondern bereits Jameson 1817 in Indien schon alle wesentlichen Thatsachen vom Einflusse des Bodens erwähnt haben.[1])

Alle diese Thatsachen waren aber bisher immer nur in dem Sinne aufgefasst und besprochen worden, um zu beweisen, dass die Cholera nicht durch den Verkehr verbreitet werde. Ich glaube bloss, der erste gewesen zu sein, der auf den unfruchtbaren Streit, ob Contagium oder Miasma, mit vollem Bewusstsein verzichtete, und in den feststehenden und immer wiederkehrenden Thatsachen, welche die beiden streitenden Parteien bisher jede für sich anführten, keinen Widerspruch mehr erblickte.

Ich habe auch den Alluvialboden und das Grundwasser nicht erfunden, wie Virchow richtig bemerkt, aber ich glaube zuerst unterschieden zu haben, dass im Alluvialboden die physikalische Aggregation und das Verhalten des Wassers und der Luft in ihm zu den organischen Processen wesentliche Unterschiede mit andern Bodenarten bedingen könnte; ich habe zuerst dem Worte Grundwasser eine bestimmte Definition gegeben, es als einen bestimmten, als den höchsten Grad der Feuchtigkeit in einer porösen Schichte bezeichnet, welcher die Poren vollständig mit Wasser erfüllt und die Luft vollständig austreibt, der nicht nur eine constante Quelle der Durchfeuchtung ist, sondern der sich unter Umständen auch wie kein anderer als Anhaltspunkt zur Bestimmung (Messung) des Wechsels der verschiedenen Durchfeuchtung der darüber liegenden, mit der freien Atmosphäre und mit der Luft unserer Wohnungen verkehrenden Schichte eignet.

Gründe für die Annahme eines Einflusses des Grundwassers auf die Frequenz von Cholera und Typhus.

Ich habe mir schon oft die Frage gestellt, ohne sie mir beantworten zu können, warum noch keiner meiner Gegner oder Kritiker sich die Mühe genommen hat, zu untersuchen, wie ich denn überhaupt auf die Idee von der Bedeutung des Grundwassers gekommen bin? Manche thun, als wäre ein plötzlicher, unvermittelter Einfall,

1) Siehe meine Abhandlung: Zur Frage über die Verbreitungsart der Cholera. München 1855 bei Cotta.

eine Art Hallucination über mich gekommen, die sich dann wie in einem kranken Gehirne zur fixen Idee ausgebildet hätte. — Ich kann diese Herren nur damit entschuldigen, dass sie sich noch nie die Mühe genommen haben, den Hauptbericht über die Cholera 1854 in Bayern von Seite 304 bis 332 mit Aufmerksamkeit zu lesen und zugleich die beigegebenen, dazu gehörigen Karten genau zu betrachten. Als ich mein Buch über die Verbreitungsart der Cholera 1855 schrieb, mit welchem sich die meisten begnügen, wenn sie von meinen Ansichten sprechen wollen, hatte ich selbst noch keine Ahnung von dem, was mir später das Grundwasser bedeutete; damals begnügte auch ich mich noch mit der altherkömmlichen Feuchtigkeit. Erst als ich die Ortsepidemien aus ganz Bayern auf den grossen Karten vollständig verzeichnet vor Augen hatte, sah ich, dass die Richtung der Verkehrslinien weder für das gruppenweise Auftreten von Ortsepidemien, noch für das gruppenweise Verschontbleiben eine Erklärung zu bieten vermag, dass im Allgemeinen nichts übrig bleibt, als die Lage der Orte in gewissen Flussthälern und Entwässerungsgebieten. Ich ersuche meine Gegner, diese Karten vor sich hinzulegen und einmal genau zu betrachten, sie spiegeln keine Theorie ab, sondern geben nur Thatsachen, und dann mögen sie mir ehrlich sagen, was sie auf Grund der Thatsachen, nicht auf Grund mitgebrachter Vorurtheile zu erwiedern haben.

Dass dieses Verhalten sich nicht bloss in Bayern zeigt, können sie aus Pfeiffer's Untersuchungen über die Choleraverhältnisse Thüringens,[1]) aus den Mittheilungen von Reinhard, „über die Ausbreitung der Cholera in Sachsen im Jahre 1866“[2]) und dem neuesten Berichte von Günther[3]) ersehen.

Auch diese im Hauptberichte niedergelegte Beobachtung war für mich nicht neu, man hat ja schon 1817 und immer wieder die Vorliebe der Cholera, gewissen Strömen zu folgen, beobachtet, sie ist von mir nur vollständiger, und desshalb schlagender als bisher,

1) Zeitschrift für Biologie Bd. III S. 145.

2) Sitzungsberichte der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden 1868. S. 53.

3) Die indische Cholera 1866 im Regierungsbezirke Zwickau. Leipzig 1869 bei Brockhaus.

zur Anschauung gebracht worden, weil meine Darstellung nicht nur die Orte deutlich machte, welche Cholera hatten, sondern auch alle jene zugleich sichtbar sind, welche trotz allen Verkehrs keine hatten — und diese bilden sogar weitaus die Mehrzahl. Dass es in den Flussthälern überhaupt feuchter ist, als auf Anhöhen, vermag die in Bayern constatirten Thatsachen nicht zu erklären, denn z. B. der obere Theil des Paarthales (Landsberg, Mering bis Aichach) ist so feucht wie der untere (Schrobenhausen bis Ingolstadt), und doch treten die Epidemien nur im untern Theile auf. An der Donau zeigen sich die Epidemien nur von Donauwörth bis Regensburg — von Regensburg abwärts bis Passau erscheint keine mehr. Das Donaumoos zwischen Pöttmes und Ingolstadt ist umgürtet von Ortsepidemien, und mehr als 20 Ortschaften im Donaumoos, das über 4 Quadratmeilen misst, grösstentheils von den ärmsten Colonisten bevölkert ist, sind alle frei geblieben. Das Donaumoos könnte lehren, dass Feuchtigkeit und Armuth der Cholera sehr ungünstig sein müssen, weil es verschont geblieben ist.

Diese und ähnliche Thatsachen veranlassten mich, für den unleugbaren, von jeher der Beobachtung sich aufdrängenden Einfluss einzelner Stromgebiete und Wasserscheiden auf das zeitweise Vorkommen von Choleraepidemien einen Standpunkt zu suchen, der diese Thatsachen berücksichtiget und Anhaltspunkte für wirkliche Beobachtungen bietet. — Mir erschien das Grundwasser nicht mehr als blosse Bodenfeuchtigkeit, denn der Boden ist überall feucht, es erschien mir nicht als eine Schädlichkeit an sich, — denn ich hatte schon im Jahre 1856 viele Thatsachen vor mir, dass gerade die feuchtesten Zeiten und Orte der Cholera am ungünstigsten sein können, — ich habe nie und nimmer die Ansicht gehabt, die mir vielfach aufgebürdet wird, dass der Cholerakeim erst ins Grundwasser gelangen müsse, um Cholera hervorzurufen, sondern im Gegentheil oft darauf aufmerksam gemacht, dass das Wasser nicht der Ort für seine Entwicklung sein könne. Das Grundwasser erschien mir als ein zeitlicher Rythmus, als eine Aufeinanderfolge der Dauer und der Bewegung der Bodenfeuchtigkeit, kurz ich erkannte im Grundwasser und was mit ihm zusammenhängt ein der Untersuchung zugängliches z e i t l i c h e s M o m e n t, welches jenem Process

im Boden bald günstig, bald ungünstig ist, der in irgend einer uns noch unbekannten Weise mit dem durch den menschlichen Verkehr verbreiteten specifischen Cholerastoff zusammentreffen muss, um Choleraepidemien zu erzeugen.

Ich habe es ausdrücklich dahingestellt gelassen, wie das X, was der Verkehr, mit dem Y, was der Boden liefert, zusammenhängt, ob sie sich im Menschen, oder im Boden oder in der Luft, in Abtritten oder Wohnungen begegnen müssen, um Choleraepidemien zu erzeugen, ich behaupte nur, dass beide nöthig sind, dass der Cholerakeim und der menschliche Organismus für sich allein nicht hinreichend sind, um das thatsächliche örtliche und zeitliche Auftreten der Choleraepidemien zu erklären, dass wir dafür nothwendig örtliche und zeitliche Momente aufsuchen müssen, wenn wir nicht auf jede Lösung der Aufgabe verzichten wollen.

Bis mir oder Anderen etwas Besseres einfiele, begann ich im März 1856 meine Beobachtungen über die Bewegungen des Grundwassers in München, und habe sie aus eigenem Antriebe und auf eigene Kosten bis zum Ende des vorigen Jahres regelmässig fortgeführt, wo sie das städtische Bauamt des Magistrats von München zur Fortsetzung übernommen hat.

München eignet sich wegen seiner höchst einfachen und gleichmässigen Bodenbeschaffenheit so gut, wie nicht jeder Platz für derartige Beobachtungen. Das Niveau der gegrabenen Brunnen gibt hier ein sehr genügendes Maass für den Rhythmus in der Grösse, der Dauer und dem Wechsel des Wassers im Boden. Ich habe meine meisten Erfahrungen an diesem Orte und in seiner nächsten Umgebung gesammelt, und fast nur von diesen gesprochen. Das hat nun bei Vielen, die sich keine besondere Mühe gegeben haben, sich auf meinen Standpunkt zu stellen, die irrige Vorstellung hervorgerufen, es müsse überall gerade so sein, wie in München, man könne diese Verhältnisse schablonenartig überall auftragen, und wenn sie nicht klappen, den Schluss ziehen, dass das Grundwasser ohne Einfluss sei. Ich habe doch seit meinen ersten Veröffentlichungen so oft gegen dieses Missverständniss angekämpft, dass ich denken sollte, es könnte gegenwärtig Niemand mehr im Unklaren sein, was ich unter Grundwasser verstehe, und welche Bedeutung

ich ihm beilege, wie weit ich davon entfernt bin, Grundwasser- und Brunnenspiegel miteinander zu identificiren; dass mir das Wasser in den Brunnen nichts weiter ist, als ein greifbarer Anhaltspunkt für den Wechsel der Durchfeuchtung in der darüber liegenden Schichte.

Seit ich die Grundwasserbeobachtungen in München mache, sind Arbeiten in zwei Richtungen veröffentlicht worden, die mir den Einfluss des Grundwassers mehr als alles übrige zu beweisen scheinen. Die eine von Macpherson[1]) betrifft das zeitliche Auftreten der Cholera in Calcutta, die andere von Buhl[2]) und eine daran sich reihende von Seidel[3]) den Abdominaltyphus in München. Aus Macpherson's höchst werthvollen Angaben geht hervor, dass nach dem Durchschnitt von 26 Jahren dort, wo die Cholera endemisch, wie bei uns das Wechselfieber und der Typhus ist, auf ihre zeitliche Frequenz kein Umstand auch nur entfernt eine so regelmässige und tiefgehende Wirkung äussert, als der Unterschied in der Nässe des Bodens, so dass in Calcutta in der heissen und nassen Jahreszeit gegen Ende der Regenzeit die Cholera am schwächsten, in der ebenso heissen aber trocknen Jahreszeit am stärksten auftritt. Das Minimum der Cholara im August verhält sich zum Maximum im April dort nach dem Durchschnitt von 26 Jahren wie 1 : 6.

Macpherson hat zwar, wenigstens früher, die Ansicht gehabt, dass der Regen und seine Wirkung auf den Boden nicht so wichtig sei, wie die Temperatur der Luft, weil 3 Distrikte in Indien (Niederbengalen, Malabarküste, Malwah), in welchen die Cholera endemisch sei, sehr ungleiche jährliche Regenmengen (Malabarküste 120, Niederbengalen 62, Malwah 30 engl. Zoll), aber gleich hohe mittlere Jahrestemperatur (21.7—21.3—21.3° R.) hätten. Dieser Auffassung steht das zeitliche Auftreten der Krankheit in diesen 3 Distrikten schroff entgegen, welches zeigt, dass die Temperatur für sich ohne Einfluss ist, denn auf der Höhe der Regenzeit, wo die Cholera am geringsten ist, ist es eben so heiss, wie in der vorausgehenden trocknen Cholerazeit. Das Maximum und Minimum der jährlichen

1) Cholera in its Home. London, John Curchill & Sons 1866.
2) Beitrag zur Aetiologie des Typhus. Zeitschrift für Biologie Bd. I S. 1
3) Ebendas. Bd. I S. 221 und Bd. II S. 145.

Choleraperiode zeigt also keine Unterschiede im Sinne der Temperaturverschiedenheit, wohl aber grosse Unterschiede im Sinne der Grundwasserverhältnisse. Macpherson hebt hervor, dass in den nordwestlichen Theilen Indiens (Malwah, Agra) die Blüthezeit der Cholera eine andere, als in Calcutta und Bombay sei, und in Agra z. B. das Maximum für die Cholera gerade in die ersten Monate der Regenzeit falle, — ich habe jedoch in meiner Abhandlung über Lyon nachgewiesen,[1]) dass darin kein Widerspruch liegt, weil in Agra die Regenmenge um mehr als die Hälfte geringer als in Calcutta ist, und der Regen mehr in Zwischenräumen und nicht entfernt so continuirlich wie am untern Ganges fällt. Auch in Agra hört übrigens die Cholera gegen das Ende der Sommerregen auf, und erscheint erst im nächsten Jahre in der heissen, dürren Zeit bereits einen Monat vor Eintritt der Regen heftig wieder. Die verhältnissmässig spärlichen und in grösseren Zwischenräumen fallenden Sommerregen vermögen den einmal entzündeten Process in Agra nur nicht so schnell wieder zum Verlöschen zu bringen, wie die fast unaufhörlich strömenden Sommerregen in Calcutta und Bombay: zuletzt aber werden sie ihm auch in Malwah und Agra Herr, wahrscheinlich unter Beihilfe der von den nahen Bergen allmälig, aber nachhaltig nachrückenden Mengen von Grundwasser.

Ich halte es zwar für selbstverständlich, dass Regen und Trockenheit nicht für sich, bloss als atmosphärische Vorgänge solche Wirkungen auf unsern Körper ausüben, sondern nur durch ihren Einfluss auf den Wassergehalt des Bodens; es gibt übrigens immer Einige, welche sich jezt hinter den Regen zu flüchten suchen, bloss um dem Wort Grundwasser zu entgehen. Diese mögen an jene zahlreichen Fälle erinnert sein, wo Städte, z. B. Nürnberg, ihre scharf begränzten Cholerabezirke, oder z. B. Weimar ihre scharf begränzten Typhusbezirke haben, obschon es über guten und bösen Bezirken gleich viel regnet. Niemand wird behaupten können, dass es auf der Sebalder Seite in Nürnberg mehr oder weniger regnet, als auf der Lorenzer Seite, oder in der Schillerstrasse in Weimar mehr, als in der Wagnergasse: immer kann es nur die Wirkung

1) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. IV S. 400.

des Regens auf den Boden, auf seine Grundwasserverhältnisse sein. Es sind übrigens aus Indien selbst durch W. R. Cornish,[1]) einen Arzt der Madras-Armee, Thatsachen bekannt geworden, welche die Ansicht von Macpherson über den Einfluss der Temperatur auf die Frequenz der Cholera nicht länger haltbar erscheinen lassen, und welche sehr zu Gunsten der Anschauung sprechen, die ich in meiner Arbeit über Lyon bezüglich der Cholerafrequenz in Bombay entwickelt habe. Die Mittheilungen von Cornish umfassen die monatlichen Choleratodesfälle in Madras während 10 Jahren, und es geht daraus hervor, dass Madras bei einer mittlern Jahrestemperatur von 21.6° R. und 50.7 engl. Zoll Regen, der sich ganz anders vertheilt als in Calcutta und Bombay, jährlich zwei Cholerazeiten hat, von denen die stärkere ihre Akme im Februar, die schwächere im September erreicht. Nach dem 10jährigen Durchschnitte fällt das erste Minimum der Cholera mit der grössten Hitze und Trockenheit des Jahres im Juni, das zweite Minimum im December mit der grössten Nässe des Bodens und sehr niedriger Temperatur zusammen. In Madras tritt also der von Delbrück bereits vorgesehene doppelte Fall[2]) ein, dass die Cholera einmal im Jahre wegen zu grosser Trockenheit, und einmal wegen zu grosser Nässe des Bodens nicht gedeiht. Die mittlere Temperatur des Juni (23.9° R.) und des December (19.0° R.) ist der Cholera gewiss nicht weniger günstig, als die Temperatur im Februar (19.7° R.) und im September (22.4° R.). Ich halte Madras für einen sehr dankbaren Platz für Studien über den Einfluss der Grundwasserverhältnisse auf die Cholerafrequenz.

Wir werden in nicht mehr sehr ferner Zeit bald genaueres über die Grundwasserverhältnisse einiger Gegenden Indiens hören, nachdem die englische Regierung die Herren Dr. Cunningham und Dr. Lewis für einige Jahre nach Indien geschickt hat, um sich dort nur mit Untersuchungen über die Aetiologie der Cholera zu befassen. Es dürfte aber nicht ohne Interesse sein, bei dieser

1) On the seasonal prevalence of Cholera in Madras. By W. R. Cornish, Surgeon, Madras Army. The Medical Times and Gazette. Volume I for 1868 p. 312.

2) S. Verhandlungen der Choleraconferenz in Weimar S. 23 und Delbrück's Bericht über die Choleraepidemie von 1866 in Halle.

Gelegenheit schon eine Beobachtung mitzutheilen, welche von Dr. John French in einer Militärstation bei Beauleah am Ganges, auf Veranlassung des Obersten Rigaud vom 60. Rifle-Regiment, gemacht worden ist. Ich verdanke die Mittheilung dieser mir höchst interessanten ersten Grundwassermessung in Indien der Güte des Professor Dr. Rolleston in Oxford, der mir den in einer amtlichen Beilage zur Calcutta Gazette vom 23. Septbr. 1868 enthaltenen Bericht von Dr. French zusandte. „Der dortige Boden ist sandig, stellenweise sandiger Lehm und daher porös für Wasser und Luft. Gleich allem Boden rings um die indischen Stationen wird er reichlich mit Excrementen-Stoffen beladen. Während der Regenzeit fliessen die Brunnen über, beim Herannahen der heissen und trocknen Jahreszeit sinkt dieses Grundwasser sehr schnell. Während der Choleraepidemie (vom 29. März bis 13. Mai) fand ich dieses Grundwasser 10 Fuss unter der Oberfläche.“ Man denke sich diesen mit organischen Stoffen reichlich beladenen Boden mehr als ein halbes Jahr lang unter Wasser, dann unter der Temperatur Indiens austrocknend! und es wird Niemand sich wundern, wenn das Wasser in den Brunnen dortiger Gegend im Liter bis zu 2 Grmm. Salpetersäure enthält, wie ich aus einer Mittheilung von Dr. Reich [„die Salpetersäure im Brunnenwasser und ihr Verhältniss zur Cholera und ähnlichen Epidemien S. 49 Berlin Voss. Buchhandlung 1869“] ersehe, d. h. zehmal mehr, als in den schlechtesten Brunnen von Berlin. Diese wichtige Arbeit von Reich ist ein neuer Beleg, wie verschieden stark die organischen Processe in verschiedenem Boden vor sich gehen, und wie proportional mit diesen Processen im Boden die letzte Cholera in Berlin verlaufen ist.

Andere Arbeiten über die Frequenz des Abdominaltyphus in München sprechen noch viel entschiedener für den Einfluss der Grundwasserverhältnisse eines Bodens. Die Arbeiten von Buhl und Seidel, denen sich meine Besprechung der Karte von Wagus über die Schwankungen der Typhusmortalität in München anschliesst, erstrecken sich bereits über so grosse Zeiträume, sind durch eine solche Genauigkeit und Unzweideutigkeit des Materials und der Methoden unterstützt, dass sie auf viel mehr Beachtung Anspruch

machen müssen, als ihnen im Augenblicke noch zugewendet wird. Selbst Virchow geht sehr leicht darüber hinweg, und erwähnt die Arbeiten von Seidel, eines Mathematikers ersten Ranges, gar nicht. Virchow gehört gewiss nicht zu jenen Pathologen, welche sich gegen eine Controle ihrer Beobachtungen durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung sträuben würden. Warum aber übergeht er einen so exacten Beleg mit Stillschweigen? So lange die Rechnungen Seidel's nicht umgestossen werden können, müssen sie anerkannt werden, und wer ihnen die Anerkennung versagen will, ist verpflichtet, das Irrige in ihnen nachzuweisen.

Man hatte bisher so vieles angegeben, was die Erkrankungen am Typhus in München verursachen soll. Wenn wir viel Typhus hatten, war es bald warmes, bald kaltes Wetter, bald zu nass, bald zu trocken, bald war das schlechte Bier, bald schlechte alte Abtritte, dann die neue Canalisirung, kurz alles mögliche an der Häufigkeit der Erkrankungen Schuld. — Bei jeder neuen Typhusepidemie hörte man einen neuen ätiologischen Vers. — Wenn man fragte, wo die Beobachtungen sind, die alles mögliche glauben liessen, so waren sie nirgend gemacht; weder vom Bier, noch vom Wetter, noch von den Abtritten, noch von der Canalisirung und auch nicht vom Trinkwasser war dargethan, dass sich im Einzelnen oder Ganzen etwas so verändert hätte, wie die Häufigkeit des Typhus. Nun kommt Buhl im Jahre 1863 auf den Gedanken, aus seinem Sectionsjournal alle Typhustodesfälle im allgemeinen Krankenhause seit März 1856 — also seit die Grundwasserbeobachtungen von mir gemacht waren — nach Monaten zusammenzustellen und sie mit der Bewegung des Grundwassers nach Monaten zu vergleichen, also einer Reihe von genau beobachteten Thatsachen mit einer andern Reihe von ebenso genau beobachteten Thatsachen, die beide von jeder Theorie unabhängig sind. Es hat sich bei dieser Gelegenheit das erstemal eine regelmässige Coincidenz ergeben, die jedem unbefangenen Auge sichtbar war, Sinken des Grundwassers Steigen des Typhus, und umgekehrt.

Der Vertreter dieses ätiologischen Momentes hatte aber nicht so viel Glück, wie die vom Einfluss schlechter Abtritte, schlechten Trinkwassers, schlechten Bieres, schlechten Wetters, schlechter

feuchter Wohnungen, schlechter Kleidung; der Sprung vom bisherigen Maassstab, mit dem man nie etwas messen konnte, auf den Zollstab, dessen sich die Handwerker bedienen, war ja zu gross und gegen alles Herkommen.

Während man sonst alles als wahrscheinlich gelten liess, fand man das Grundwasser höchst unwahrscheinlich. Die Wahrscheinlichkeit ist seit Bernoulli ein mathematischer Begriff geworden, und Seidel berechnete sie für die Schlüsse von Buhl zu 36000 : 1; jetzt erschien dieser Einfluss Vielen erst recht unwahrscheinlich, wahrscheinlich weil die Wahrscheinlichkeit ausgerechnet war.

Es wurde häufig betont, die Zahlen von Buhl (bloss vom Krankenhaus) seien zu klein, und die Zeit (8 Jahre) zu kurz, um die Sätze von Buhl und Seidel gelten zu lassen. Da wurde die Karte von Wagus fertig, welche die Typhusmortalität der ganzen Stadt von 1850 bis Ende 1867 gibt, auf der von März 1856 bis December 1867 der Vergleich mit dem Grundwasser, also für fast 12 Jahre, möglich ist: das Resultat ist bekannt, die allergrösste Typhusepidemie in diesen 12 Jahren fällt zeitlich zusammen mit dem allertiefsten Grundwasserstande, die zweitgrösste mit dem zweittiefsten, die drittgrösste mit dem dritttiefsten. Ebenso klappt die Gegenprobe, die allergeringste Typhusfrequenz fällt mit dem allerhöchsten Grundwasserstande zusammen, die Zeit der zweitgeringsten mit dem zweithöchsten. Ebenso hat sich ergeben, dass das Material von Buhl, auf das Seidel seine Rechnung gründete, völlig genügend war. Die mittlere Typhusmortalität in der ganzen Stadt ergibt sich in Typhuszeiten um das 2.6fache höher, als im allgemeinen Krankenhaus, und rechnet man mit dieser Zahl die Mortalität des Krankenhauses aus der Mortalität der ganzen Stadt oder umgekehrt, so erhält man für die monatlichen Durchschnitte so genaue Uebereinstimmungen zwischen Rechnung und Beobachtung, wie bei manchen chemischen Analysen, wenn man das Resultat des Versuchs mit dem, was die Formel verlangt, vergleicht.

Und das sind lauter Thatsachen, keine Theorie. Mein Verstand reicht nicht hin, zu begreifen, dass all' das doch noch der blosse Zufall gemacht haben könnte. Dass der Zufall so etwas nicht machen könne, dafür will ich ein paar schlagende Beispiele

geben. Schon Seidel hat in der ihm eigenthümlichen scharfsinnigen Weise gezeigt, dass sofort alle Uebereinstimmung mit der Hypothese aufhört, sobald man die beobachtete Typhusmortalität mit den Regenmengen oder Grundwasserverhältnissen nachfolgender Zeiten vergleicht, dass sich also das, was bloss zufällig ist, auch rechnerisch als Zufall ergibt; während die Regenmengen vorausgehender Monate noch eine deutliche Wirkung auf die Typhusfrequenz nächstfolgender Monate zeigen, was also nicht zufällig sein kann.

Noch ein etwas drastischeres Beispiel. Seiner Zeit wurde in München das Gleichniss colportirt: wenn man das Schwanken der Geldcurse an der Frankfurter Börse und darunter den Typhus in München in Curven auftragen würde, so würden sich wahrscheinlich ganz ähnliche Coincidenzen, wie bei Typhus und Grundwasser zeigen. Dieser frivole Scherz in einer ernsten wissenschaftlichen Angelegenheit wurde Herrn Wagus einmal bei einer Gelegenheit geboten, wo er ihn sehr verletzen musste. Der damals schon lungenleidende, nun leider zu früh verstorbene, unablässig thätige Mann kam unmittelbar nach dieser Affaire zu mir und theilte mir seine Absicht mit, jetzt wirklich im selben Maassstab, wie seine grosse Mortalitätstafel von München, auch die Frankfurter Curse, Typhus und Grundwasser neben einander zu stellen. Ich suchte ihn vergeblich damit zu beruhigen, dass es ja doch bloss ein Scherz sei, wenn auch sehr am unrechten Orte angebracht, der die viele Mühe nicht rechtfertigen könne, die das Zusammenstellen der Frankfurter Curse von mehreren Jahren verursachen würde. Trotzdem erhielt ich nach einiger Zeit kurz vor seinem Tode eine Börsen-Typhus-Karte, die ich als Andenken an Herrn Wagus treu bewahren werde. Da das Grundwasser in München am 14. und 28. jeden Monats beobachtet wird, hat Wagus auch nur von diesen beiden Tagen den Stand der Papiercurse in Frankfurt nebst den Wechselcursen auf Paris und London graphisch dargestellt. Noch Jedermann, dem ich seitdem diese Karte zeigte, ist in Gelächter ausgebrochen, denn die ganze Albernheit und Ungerechtigkeit des Scherzes tritt hier in einem Bilde mit den grellsten Farben hervor. Zur Zeit unserer grössten Typhusepidemie im Winter $18^{57}/_{58}$ standen z. B. die österreichischen 5 % Nationalanlehen und Bankactien verhältnissmässig

sehr hoch, die bayerischen Ostbahnen hingegen sehr tief. Zur Zeit der zweitgrössten Typhusfrequenz im Winter $18^{65}/_{66}$ war es gerade umgekehrt, da behaupteten die bayerischen Ostbahnen einen sehr hohen Stand, während die österreichischen Papiere weit unter dem Stande von $18^{57}/_{58}$ blieben. Die Schlachten von Solferino und Sadowa, dann auch die Luxemburger Angelegenheit riefen colossale Schwankungen der Curspapiere hervor, aber der Typhus von München kümmerte sich nicht im geringsten darum, seine Frequenz hält sich bis zum heutigen Tage nachweisbar nur ans Grundwasser.

Seidel sagt: „Wollte man sich die beiden Vorgänge (Grundwasserschwankung und Typhusfrequenz) gemeinschaftlich von einer andern Unbekannten abhängig denken, so müsste im vorliegenden Falle von der supponirten Unbekannten zugleich der Stand des Grundwassers, die Quantität der meteorischen Niederschläge und die Frequenz der Typhuserkrankungen regiert und in eine gewisse Uebereinstimmung gesetzt werden; und da diese Unbekannte der Einfluss der Jahreszeiten nicht sein kann, weil dieser in allen Zahlenreihen eliminirt worden ist, so kann keine andere plausible Erklärung aufgestellt werden, als die Annahme, dass unter den Münchner Localverhältnissen das im Boden enthaltene Wasser, wenn es reichlich genug vorhanden ist, den Ablauf gewisser Processe, welche für die Häufigkeit der Typhuserkrankungen maassgebend sind, verhindere oder einschränke.“

Diesen Satz anzugreifen, wird für einen Forscher wie Virchow sehr schwer sein, da ihm eine Eigenschaft gänzlich abgeht, die manche meiner Gegner geradezu unüberwindlich macht. Herr Bezirksgerichtsarzt Dr. Vogt in Würzburg mag sich im Vergleich zu Virchow leichter thun, wenn er auf die Frage nach dieser räthselhaften Essentia quinta, von der nach Ausschluss der Jahreszeiten Typhus, Regenmenge und Grundwasserstand in München zugleich abhängig sein könnten, eine ganz bündige, nicht leicht misszuverstehende Antwort gibt,[1]) und sagt: „Wir wollen auf einige solcher Essenzen aufmerksam machen. Constante extreme Witterungsverhältnisse wirken nachtheilig auf den Körper, so anhaltende Trocken-

---

1) Aerztliches Intelligenzblatt 1869 Nr. 3 S. 20.

heit, insbesondere abnorm hoher Temperaturstand im Winter bei anhaltendem Südwestwinde. Das wusste schon Vater Hippocrates, indem er den Aerzten empfiehlt, wenn sie wissen wollten, woher die Krankheiten kämen, sollten sie die Winde betrachten. Die Schlappwinter im Jahre $18^{57}/_{58}$, insbesondere $18^{52}/_{53}$ brachten uns Typhusepidemien; als in Mitte Februar 1853 nach monatelang herrschendem Südwestwinde Nordostwind eintrat, hörten die Typhuserkrankungen bei uns auffallend schnell auf. Bringen etwa die Südwestwinde mikroskopische Krankheitskeime, emporgerissen aus den Niederungen des tropischen Amerika? Diese Hypothese scheint wenigstens plausibler, wie jene mit dem Fallen des Grundwassers. Noch viele andere constante Schädlichkeiten, Misswachs, Aufenthalt in engen, mit verdorbener Luft erfüllten Räumen, bringen den nämlichen Ileotyphus hervor, wobei ich mich auch auf Virchow's Vorträge über den Typhus berufe; derlei krankmachende Potenzen hat Herr v. P. unberücksichtigt gelassen. Uebrigens ist nicht ausgeschlossen, dass — in München — bei sehr niederem Stande des Grundwassers die organischen Theile des Trinkwassers eine besondere nachtheilige Wirkung äussern."

Was soll man zu einer Beweisführung sagen, in der fast jeder Satz unbewiesen oder eine erwiesene Unwahrheit ist? Wenn die Essenzen des Herrn Dr. Vogt eine Wirkung haben sollen, so muss er zuerst beweisen, dass — wie es der Satz von Seidel verlangt — nicht nur die Typhusfrequenz, sondern auch der Grundwasserstand und die Regenmenge von ihnen zugleich regiert wird. Wenn Herr Dr. Vogt wirklich zu den constanten extremen Witterungsverhältnissen, zu anhaltender Trockenheit, zu hoher Wintertemperatur bei anhaltendem Südwestwind, zum Schlappwetter, Misswachs, zu engen überfüllten Wohnungen, zur „animalisirten Luft" nur einiges Vertrauen hat, so mache er doch ihren Einfluss auf die Frequenz des Typhus u. s. w. anschaulich, wie es Buhl und Seidel gethan haben. Dann erst könnte man darüber sprechen. Er wird es aber wohlweislich bleiben lassen, denn er würde wahrscheinlich doch bald selbst finden, dass damit nicht viel mehr Geschäfte zu machen sind, als mit den Frankfurter Cursen. Dass — in München — die organischen Bestandtheile im Trinkwasser bei sehr niederm Grund-

wasserstande zunehmen, widerspricht geradezu den hierüber in München von Wagner gemachten Beobachtungen.[1])

Ein vorurtheilsfreier Beobachter muss jetzt schon sehen, dass der Einfluss von Grundwasser auf Cholera und Typhus exacter nachgewiesen ist, als der von andern ätiologischen Momenten, die man ohne alles Bedenken anerkennt, ja, dass die örtliche Frequenz des Typhus anlangend, einstweilen nur der Einfluss der Grundwasserverhältnisse (Wasserstand im Boden und Regen, der auf den Boden fällt) nachgewiesen ist.

Ich bin weit entfernt, allen übrigen gewöhnlich citirten Momenten jeden Einfluss auf die Krankheiten abzusprechen, namentlich der Armuth und ihrem Gefolge; sie alle mögen einen gewissen Einfluss äussern, aber nicht auf die zeitliche Frequenz dieser Krankheiten in einem Orte, da Armuth und Reichthum viel constanter sind, als die Frequenz der Krankheiten, sondern auf die individuelle Disposition, die zum Erkranken ausser der specifischen Ursache auch noch nothwendig ist. Ich halte es für dringend geboten, dass die Forschung von nun an genau unterscheide und untersuche, was auf die individuelle Disposition, was auf die specifische Krankheitsursache sich zunächst beziehen kann.

Ich glaube gezeigt zu haben, dass der Einfluss des Bodens und des Grundwassers im Grossen und Ganzen seine Berechtigung hat und nicht zu erschüttern ist, und gehe nun auf einzelne Punkte ein, die Virchow in seiner kritischen Studie berührt.

Virchow glaubt (S. 46), ich hätte die Ansicht: „In dieses Grundwasser gelangten auch die Dejectionsstoffe der Cholerakranken, und wenn das Grundwasser sinke, so bleiben die Theile derselben in den noch feuchten oder lufthaltig gewordenen Schichten des Bodens, und aus ihnen erzeuge sich gewissermaassen der Cholerakeim, möglicherweise ein besonderer Organismus.“

Zwar bei der Unbestimmtheit meines Wissens und desshalb auch meiner zufälligen Aeusserungen über die noch völlig dunkle Art des Zusammenhangs zwischen Boden, Grundwasser und Cholerakeim kann ich mir viel gefallen lassen, weil da ja allerlei möglich

---

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. II S. 289 und Bd. III S. 86.

ist; aber Virchow scheint mir sich doch eine etwas sehr unwahrscheinliche Vorstellung gemacht zu haben, der ich nie beipflichten möchte. Ich habe Seite 363 des bayerischen Cholerahauptberichtes das erstemal ein Bild von möglichen Veränderungen gegeben, welche in einem imprägnirten Boden durch Schwankungen des Grundwassers bezüglich der im Boden vorgehenden organischen Processe überhaupt hervorgerufen werden könnten, aber ich habe diese Processe ausdrücklich nur als disponirende, vorbereitende betrachtet und jede Art des Zusammenhangs mit dem Cholerakeim offen gelassen. Man kann sagen, dass ich auch darüber damals besser ganz geschwiegen hätte; aber nie habe ich gesagt, dass der Cholerakeim ins Grundwasser gelangen müsse, es war stets nur meine Ansicht, dass organische Processe im Boden auf irgend eine Art die örtliche und zeitliche Disposition veranlassen und bedingen. — Ich habe später eigens das Substantielle des Verkehrs mit x und das des Bodens mit y bezeichnet, und den Cholerainfectionsstoff ein Product aus beiden genannt, und dabei hervorgehoben, dass, so bestimmt die Thatsachen der Verbreitung der Cholera mich einen wesentlichen Einfluss des Bodens und seiner Grundwasserverhältnisse anzunehmen zwingen, sie uns noch gar nichts darüber sagen, wo x und y zusammentreffen, ob in oder ausserhalb des Organismus, ob im Haus, oder im Boden, viel weniger in welcher Schichte, und so ist es unmöglich, dass ich je die Vorstellung gehabt habe, die Virchow an die Spitze seiner Kritik setzt. Dass ich meine Ansicht mit einer nicht zu bestreitenden Deutlichkeit auch ausgesprochen, dafür bürgt mir die Abhandlung von Dr. Grashey über die Cholera im Juliushospitale zu Würzburg im Jahr 1866,[1]) der den höchst merkwürdigen Verlauf der Krankheit, vorwaltend auf einem einzigen Flügel des Gebäudes, für Entscheidung einer dieser Fragen discutirt, wo x und y zusammengetroffen sein könnten.

---

1) Die Choleraepidemie im Juliusspitale zu Würzburg. Von Dr. Hubert Grashey. Würzburg bei Stahel. Auch in den Verhandlungen der physikal.-medicinischen Gesellschaft in Würzburg.

Ueber porösen und compakten Boden.

Ebensowenig kann ich Virchow's Auffassung von meinen Nachweisen über den Einfluss des porösen Bodens beipflichten. Er sagt Seite 47: „Auch der festeste Fels hat gewisse Vertiefungen, Einsenkungen, Mulden und Thäler, welche mit losem Material gefüllt sind, bald grösser, bald kleiner. Auf diese Art kann leicht mehr bewiesen werden, als der Theorie dienlich ist." Wenn dem so wäre, hätte ich allerdings besser gethan, Zeit und Geld zu sparen, und weder nach Krain, noch viel weniger nach Gibraltar und Malta zu gehen. Was Virchow voraussetzt, findet sich allerdings überall, und wenn es sich blos um das gehandelt hätte, wäre ich nicht bis vor die Hausthüre, viel weniger hunderte von Meilen weit gegangen. Virchow bedenkt nicht, dass ich in Krain, in Malta und Gibraltar etwas ganz anderes constatirt habe, als was ihm vorschwebt. Ich will aus meinem Berichte über Krain[1]) ein Beispiel nehmen. Neustadtl (Novo mesto) an der Gurk betreffend, heisst es dort: „Bezirksvorstand Laschan führte mich nach dem Hause Nro. 22 in der Nähe des Hauptplatzes, wo eben ein Keller angelegt wurde, um mir als Antwort auf meine Fragen das Eingeweide des Berges zu zeigen. Ich war erstaunt über den Befund. Auffallende Zerklüftung und Spaltung des Gesteins, alle Klüfte und Spalten mit derselben lehmigen Erde ausgefüllt, welche die Oberfläche und die Höhen bedeckt. Bei dieser Combination von Felsen und Erde ist auch die Operation der Kelleranlage combinirt aus Sprengen mit Pulver, soweit Trümmer von compakten Felsen, und aus Arbeiten mit Pickel und Schaufel, soweit Erde zu entfernen ist. Der Keller war bereits bis zu etwa zehn Fuss unter die Oberfläche des Bodens gediehen. Vor dem Arbeitsorte lag das herausgebrachte Materiale in zwei Haufen gesondert, Bruchsteine und Erde. Der Haufen Erde war augenscheinlich grösser, als der Haufen Steine; man kann jedenfalls mit Sicherheit annehmen, dass bereits auf einer so kleinen Fläche, wie sie der Keller eines gewöhnlichen Hauses einnimmt, der Untergrund von Neustadtl mindestens bis auf zehn Fuss Tiefe in einer Schachtruthe zur Hälfte aus poröser Erde

1) Aerztliches Intelligenzblatt, München 1861, Nr. 7 bis 9.

besteht, welche für Wasser und Luft leicht durchgängig ist. Auf meine Frage, welche Laschan an die nur slowenisch sprechenden Arbeiter zu richten so gütig war, bis zu welcher Tiefe eine solche Mischung des Untergrundes sich zeige? erfuhr ich, dass dieser Befund erfahrungsgemäss sich gleich bleibe bis hinab zum Spiegel des Flusses. Die erdige Ausfüllung treffe man stellenweise feuchter und trockener. Derselbe Mann, welcher den Keller im Haus Nro. 22 ausarbeitete, war auch bei der Anlage eines Brunnens in der Probstei thätig gewesen, der vor einigen Jahren bis zum Spiegel der Gurk unter ganz gleichbleibenden Strukturverhältnissen des Bodens hinabgeführt wurde, ohne den gewünschten Erfolg, reichliches und wohlschmeckendes Trinkwasser zu erzielen. In der Mitte des Hauptplatzes der Stadt steht ein ebenso tiefer städtischer Brunnen, dessen Wasser nach Farbe, Geruch und Geschmack den durchgesickerten flüssigen Inhalt der Miststätten und Abtrittgruben verräth. Das Wasser dieses öffentlichen Brunnens wird deshalb auch nicht zum Trinken und Kochen verwendet. Fleisch in demselben gekocht, wird erfahrungsgemäss so roth, als ob man es mit Salpeterlauge behandelt hätte. Da nun das Haus Nro. 22 in nächster Nähe des am meisten von der Cholera ergriffenen Theiles von Neustadtl (Nro. 45 bis 101, den Hauptplatz bildend) sich befindet, da ferner der tiefe, theils gesprengte und theils gegrabene Brunnen auf dem Hauptplatze, dem wesentlichsten Schauplatze der Krankheit, die grosse Porosität und zum grossen Theile erdige Beschaffenheit des Bodens und dessen Erfüllung, man kann sagen Sättigung mit verwesenden organischen Stoffen gegen jede Widerrede beweist, so kann die Cholera in Neustadtl nicht nur nicht als Beweis gegen die Giltigkeit meiner Beobachtungen in Bayern, sondern sie muss als ein Beweis dafür angesehen werden."

Virchow selbst wird wohl zugestehen, dass ich mich in Neustadtl und noch vielen andern Orten in Krain, die ich näher besichtigt, nicht darum fragte, ob der dortige feste als compakt angenommene Fels nicht gewisse Vertiefungen, Einsenkungen, Mulden und Thäler habe, die mit losem Material gefüllt sind, sondern darum, wie der Baugrund unter den Häusern bis in eine gewisse Tiefe beschaffen sei, wie weit er von der Oberfläche an dem Ein-

dringen von Wasser und Luft bis in gewisse Tiefen wesentliche Hindernisse bereiten könne, ob er sich in dieser Hinsicht überhaupt wesentlich verschieden vom gewöhnlichen Alluvial- oder Geröllboden zeige. Ich glaube nicht bloss, sondern ich weiss jetzt mit aller Bestimmtheit, dass der Fels, auf dem Neustadtl steht, sich nicht nur gegen die Cholera, sondern auch gegen Wasser und Luft ähnlich wie der Boden von München oder Berlin, aber ganz anders verhält, als der Felsen in Traunstein und Nürnberg. Ich habe ferner in Neustadtl gesehen, was ich übrigens auch schon in vielen andern Orten gesehen hatte, dass die Bodenverhältnisse entscheidender sind, als die socialen, indem dort gerade das ärmste Quartier von der Cholera regelmässig am meisten verschont bleibt, und der Theil, wo die Wohlhabenden wohnen, am meisten heimgesucht wird. In Adelsberg ist es wieder umgekehrt in dieser Beziehung. Virchow wird mir auch zugestehen, dass ich bei derartigen Untersuchungen mit möglichster Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit zu Werke gegangen bin. Ich habe Zeit, Ort und Personen stets in solchem Umfang angegeben, dass meine Angaben jederzeit controlirt werden können. Meine Reise nach Krain wurde durch eine ernstliche Polemik von Dr. Drasche veranlasst, meine Resultate durften deshalb nicht im geringsten auf Nachsicht rechnen, und doch haben sie bis jetzt keine Widerlegung gefunden. Dass mir Dr. Drasche nichts mehr erwidert oder dass er meine Resultate nicht ausdrücklich anerkannt hat, kann ich doch nicht als eine Widerlegung betrachten. Eine Beobachtung kann nicht dadurch als widerlegt angesehen werden, dass man ihr einfach den Rücken wendet und nicht weiter davon spricht.

Ich kann daher die Ansicht Virchow's nicht theilen, dass es bloss von meinem guten Willen abgehangen habe, von den Dingen in Krain gerade so viel zu sehen, als mir dienlich war, und dass ein anderer vielleicht noch mehr gesehen hätte, als mir dienlich gewesen wäre. Es ist mein sehnlichster Wunsch, dass Jemand komme, der wesentlich noch mehr als ich sieht, — wir werden dann auch in der Erkenntniss wieder einen Schritt weiter machen.

Eben so wenig als meine Reise nach Krain und nach dem Karst

überflüssig war, wo ich ein Gebirge kennen lernte, das grossentheils wie der Boden von Neustadtl beschaffen ist, wo oft Flüsse in ihrem Laufe am Fuss von Bergen versiegen, um jenseits wieder zu entspringen (Poik, Unze, Laibach); wo man eine Vertiefung in den Felsen macht, um eine Schling- oder Versitzgrube für Wasser zu haben (Eisenbahnbau bei Adelsberg); wo die Dolinen oft ringsum die Drainage von einer viertel Quadratmeile empfangen (zwischen Karndorf und Schwerenbach) und doch an ihrem tiefsten Punkte kein Wasser für längere Zeit zu sammeln vermögen; wo ein (Zirknitzer) See ist, der an der nämlichen Stelle jährlich sowohl dem Nachen, als dem Pfluge den Zutritt gestattet, und wo auf derselben Stelle jährlich gefischt, gesät und geerntet, und gejagt wird; wo Orte auf felsigen Hügelkämmen liegen (Rasderto), und doch zeitweise ärger an Wechselfieber leiden, als viele niedrige Moorgegenden — ebenso wenig war meine Reise nach Gibraltar und Malta überflüssig. Das zeitweise heftige Auftreten der Cholera auf dieser Halbinsel und Insel, die sich als nackte Felsblöcke aus dem Meere erheben, schien nicht nur allen jenen, welche überhaupt jede örtliche Disposition läugneten, sondern auch jenen, welche sonst noch örtliche und selbst Bodeneinflüsse annahmen, als ein unwiderleglicher Beweis, dass wenigstens die Porosität des Bodens und das Grundwasser keine Bedingungen der örtlichen Disposition für Cholera sein könnten. Wie oft hatte ich es erleben müssen, dass mir nach stundenlangen Auseinandersetzungen über frappante Beispiele aus unserer nächsten Nähe mit Achselzucken bald halblaut, bald laut gesagt wurde: „Ja! Malta und Gibraltar!“ Und namentlich nachdem ich in Krain und Altenburg gewesen war, wurden diese beiden Orte im Mittelmeer häufig als Stichwörter gebraucht. Ich schlug einmal in einer ärztlichen Gesellschaft allen Ernstes vor: die Gegner möchten einen Vertrauensmann wählen, der mit mir die Reise machen und die nöthigen Untersuchungen vornehmen sollte. Wer Unrecht hätte, sollte die Kosten tragen. Mein Vorschlag wurde nicht angenommen, und so entschloss ich mich endlich zur Reise auf eigene Kosten, nicht nur um die Bodenbeschaffenheit und die Grundwasserverhältnisse dieser Orte durch eigene Anschauung kennen zu lernen, und nebenbei auch die Immunität von Lyon genauer zu

prüfen und einmal auch den Einfluss des Schiffsverkehrs an diesen isolirten Punkten im Meere etwas näher zu studieren, sondern auch um mit diesen typisch gewordenen Beispielen und den darauf gegründeten, ewig wiederkehrenden Einwürfen wo möglich für immer ein Ende zu machen.

Um nicht als Richter in eigener Sache zu erscheinen, habe ich vorläufig noch wenig von meinen eigenen Beobachtungen in Malta und Gibraltar gesprochen und mich in der Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung, Nro. 169—172 vom 17.—20. Juni 1868, wesentlich nur auf Thatsachen berufen, die von anderen constatirt worden sind, und zwar ohne jede Rücksicht auf meine Theorie und schon zu einer Zeit, wo ich selber noch nicht daran gedacht, nach diesen Orten zu gehen. Ich halte es im Interesse mancher Leser nicht für überflüssig, einiges hier zu wiederholen.

Die englische Regierung hat zu Anfang dieses Jahrzehnts genaue hygienische Untersuchungen ihrer Colonien, darunter auch ihrer Mittelmeerstationen, angeordnet, und den Haupttheil der Arbeit in die Hand eines ausgezeichneten Hygienisten, des Dr. Sutherland, gelegt, der sowohl durch seine ausgedehnte amtliche als auch schriftstellerische Thätigkeit in den weitesten Kreisen anerkannt ist. Sutherland hat, unterstützt von Localcommissionen, alle Untersuchungen an Ort und Stelle vorgenommen, und ich habe mich bei meiner Anwesenheit überzeugt, dass er genau beobachtet; in Malta und Gibraltar widersprechen ihm deshalb weder Thatsachen noch Personen. Der amtliche Bericht der Casernen- und Spital-Verbesserungs-Commission über den Gesundheitszustand der Mittelmeerstationen (London 1863) sagt über die Topographie von Gibraltar wörtlich:

„Der Felsen von Gibraltar ist eine luftige Halbinsel, welche in die Meerenge vorspringt und sich nahezu in einer Linie von Nord nach Süd erstreckt, 36° 6′ 20″ nördlicher Breite und 5° 20′ 53″ westlicher Länge. Die grösste Länge des Felsens von Forbe's Batterie bis zur Europa-Spitze ist etwa 4760 Ellen (1 Elle etwa 3 Fuss), und seine grösste Breite, von der Königsbastion bis zur Catalanbucht, etwa 1600 Ellen. Sein physikalischer Charakter ist der eines zerbrochenen felsigen Rückens, der nach Nord und Süd ver-

läuft, sehr steile rauhe Abhänge an der West- und Südseite und senkrechte Abgründe an der Nord- und Ostseite hat. Die höchste Linie des Felsrückens, welche an einigen Stellen so schmal ist, dass man fast mit einem einzigen Schritt darüber setzen kann, ist in drei Hauptgipfel geschieden. Der eine, am nördlichen Ende, die „Felsenkanone“ genannt, ist 1350 Fuss über dem Meeresspiegel; St. Georgs Thurm, gegen das südliche Ende oberhalb des Windmühlhügels, ist 1439 Fuss, und das Signalhaus, welches nahezu in der Mitte zwischen diesen beiden Punkten liegt, ist 1276 Fuss über dem Meeresspiegel.

„Von der Mitte des Rückens fällt eine Reihe von Terrassen und Abhängen von grösserer oder geringerer Breite und Neigung gegen West und Süd, von Gärten, Wegen, Strassen, Privatwohnungen, Batterien, Promenaden, Casernen und von der Stadt selbst eingenommen. Der grösste Theil der Stadt jedoch ist auf einer Böschung von rother Erde erbaut, welche sich vom Meeresufer den Abhang hinauf erstreckt, und hoch oben im Felsen in den Höhlen wieder erscheint. Eine ähnliche Böschung, aber von rothem Sand, erstreckt sich an der Ostseite vom Meer bis zu einer beträchtlichen Höhe den Felsen hinan. Die östliche Seite des Felsens wird vom Mittelmeer bespült, die Westseite von den Gewässern der Bucht von Gibraltar, und an der Nordseite ist er durch eine Zunge von Sand mit der Küste von Spanien verbunden, die, beiläufig eine Meile lang und eine halbe bis eine Meile breit, sich nur wenige Fuss über den Spiegel des Meeres erhebt und zur Regenzeit theilweise mit Wasser bedeckt ist. Hier findet man überall Wasser im Sand innerhalb 4 Fuss unter der Oberfläche.

„Der Fels besteht wesentlich aus einem harten Kalkstein-Conglomerat (Breccia), mit einigen wenigen Fossilien, die man in Höhlen findet. Es gibt einige grosse Höhlen mit thierischen Ueberresten, tiefe felsige Schluchten gegen das südliche Ende und grosse natürliche Gräben und Vertiefungen (Mulden) gegen Westen, welche das Regenwasser der höher gelegenen Abhänge auf den obern Theil der Stadt concentriren. Der Fels ist fast umringt vom Meer, und da er keiner besonderen Quelle von Malaria ausgesetzt ist, sollte er, was seine örtliche Lage betrifft, ein gesunder Platz sein.

Er hat aber **einen** verwundbaren Fleck von der allergrössten Bedeutung für die Gesundheit, und das ist die Böschung, auf welcher die Stadt erbaut ist, mit den Abhängen und Mulden über ihr. Wie bereits angegeben, besteht diese Böschung hauptsächlich aus rother Erde, einer Substanz, welche fähig ist, eine grosse Menge Wasser, oder irgendeine andere Flüssigkeit, die darauf gegossen wird, einzusaugen und zurückzuhalten. Sie war desshalb thatsächlich bisher auch eine beträchtliche Quelle der Wasserversorgung für die Bevölkerung. So viel Wasser schluckt diese eigenthümliche Erde, dass, als wir zu Ende der heissen Jahreszeit in Gibraltar waren, ein Durchschnitt derselben, in einer Strasse blossliegend, mit Feuchtigkeit gesättigt war. Wir werden auf diesen Theil des Gegenstandes zurückkommen, wenn wir die Frage der Entwässerung besprechen, aber im Vorbeigehen mag hier schon bemerkt werden, dass, wenn durch irgendeine fehlerhafte Anordnung im Bau oder Unterbau, oder durch irgendeine Fahrlässigkeit in der Haus- oder andern Canalisirung ein solcher Untergrund mit Feuchtigkeit oder Cloakenstoffen imprägnirt wird, er gewiss unter dem Einfluss einer hohen Temperatur, oder anderer begünstigender atmosphärischer Bedingungen, gefährliche und selbst tödtliche Malaria aushaucht."

Ich glaube es ist überflüssig, den Worten der Commission auch nur das geringste noch von meinen eigenen Beobachtungen in Gibraltar beizufügen, um zu beweisen, dass poröser Boden und Grundwasser auf diesem isolirten Felsen reichlich zu finden ist. In demselben Bericht findet sich (S. 72 bis 77) eine Tabelle, in welcher der Trinkwasserbezug aller einzelnen Häuser der Stadt, die mit der Besatzung mehr als 20,000 Einwohner zählt, aufgeführt ist, ob Brunnen oder Cisterne, oder Wasserleitung u. s. w. In Gibraltar finden sich mehr als zweihundert gegrabene Brunnen, die vom Grundwasser gespeist werden. In einem Theil der Stadt (Ragged Staff, in der Nähe der Alameda) befinden sich drei öffentliche gegrabene Brunnen, die gutes und reichliches Trinkwasser liefern, deren Wasserspiegel laut amtlichen Mittheilungen, die mir der Colonial-Secretary, Hr. Capitän **Freeling**, gemacht, 30, 13 und 9 Fuss von der Oberfläche entfernt ist.

Ich lade den Leser ein, mir nun auch nach Malta zu folgen.

Als ich, von Westen kommend, an den Ufern von Gozo und Malta vorüberfuhr, empfing ich allerdings den Eindruck einer so ausgeprägten Felsenlandschaft, dass ich auf den porösen Boden und das Grundwasser von Malta sehr gespannt war. Der Tourist, der sich mit dem blossen Ansehen begnügt, hätte bei diesem Anblick jedenfalls mehr Sicherheit im Lager meiner Gegner zu finden gehofft als bei mir. Auch bei der Einfahrt in den Hafen von Valletta änderte sich die Scenerie nicht zu meinen Gunsten. Die „Massilia" ankerte im Quarantäne-Hafen (Marsa Musciet) zwischen Valletta und Floriana, ein Nachen brachte mich die ununterbrochenen Felsenufer entlang an das Thor gegenüber dem Lazzaretto, ich stieg auf theilweise in den Felsen gehauenen Stufen empor, und betrat Valletta durch ein Thor, an welchem gleichfalls der natürliche Felsen unverkennbar hervorragte. Ich zweifelte aber deshalb doch keinen Augenblick, dass poröser Boden und Grundwasser für die Cholera-Epidemien auf Malta ebenso unerlässlich seien, wie im indischen Ganges-Delta oder auf der oberbayerischen Hochebene, und sollte für diese meine Ueberzeugungstreue bald überreich belohnt werden, in einer noch schlagenderen Weise selbst als in Gibraltar.

Ich bin auch in Malta so glücklich gewesen, Arbeiten und von anderen constatirte Thatsachen in solcher Menge vorzufinden, dass ich auch hier von meinen eigenen Beobachtungen Umgang nehmen und mich lediglich auf die Untersuchungen anderer stützen kann. Der amtliche Bericht über die englischen Mittelmeerstationen[1]) sagt S. 83 über die Bodenverhältnisse von Malta wörtlich:

„Die geologische Structur der Insel, unter Aufsicht und Leitung des Grafen Ducie und des Capitäns A. B. Spratt von der k. Marine bestimmt, scheint der tertiären Reihe anzugehören. Der unterste Felsen ist ein harter, halbkrystallinischer Kalkstein, der an verschiedenen Punkten längs der Küste und auch im Innern der Insel vorkommt, hauptsächlich längs der grossen Spalte, welche die Insel von Osten nach Westen durchzieht. Ueber diesem liegt eine Reihe weicher poröser Sandsteine von verschiedenen Schattirungen, gelb, röthlich und weiss, welche die Malteser Bau- und

1) Report of the Barrack- and Hospital-Improvement Commission on the Sanitary Condition and Improvement of the Mediterranean Stations. London 1863.

Filtrir-Steine liefern. Sie sind leicht zu bearbeiten und absorbiren eine grosse Quantität Wasser während des Regens. Alle ständigen Gebäude für Casernen und Spitäler auf der Insel sind mit diesen Sandsteinen construirt. Sie bilden die Oberfläche von drei Viertheilen der Grundfläche der Insel, die mittleren und östlichen Distrikte bedeckend.

„Ueber ihnen findet sich keine andere Formation, bis wir an das hügelige westliche Ende der Insel kommen, wo wir die Sandsteine von Mergel und buntem Sand überlagert finden, auf denen Lager von Korallenkalksteinen ruhen, die den ganzen höhern Grund bedecken."

In einem andern amtlichen Bericht ist sogar der Grad der Porosität des allgemeinen, man kann sagen des ausschliesslichen Baugrundes auf Malta quantitativ bestimmt. In dem Bericht von Dr. Leith-Adams und F. H. Welch im sechsten Bande der Medicinalberichte des englischen Kriegs-Medicinal-Departements für das Jahr 1864 heisst es Seite 331: „Die oberen Felsen, auf welchen die grösseren Städte und die Dörfer erbaut sind, sind entweder ein weicher poröser Kalkstein, oder, wie im Fall von Valletta und den benachbarten Städten, ein weicher Sandstein, welcher reichlich Wasser bis zum Betrag von einem Drittheil seines Umfangs einsaugt." Also 33 Procent Poren oder Zwischenräume! Genau dieselbe Zahl, die ich schon wiederholt für den Geröllboden von München angegeben habe, welche Angabe noch nie durch Versuche widerlegt worden ist, obschon sie von unwissenden Menschen häufig in Zweifel gezogen wird. Also auch in Malta stehen die Häuser auf einem Grunde, der bis in bedeutende Tiefen hinab — soweit er nicht mit Wasser voll getränkt ist — zum dritten Theil aus atmosphärischer Luft besteht!

Es ist in der That interessant, diesen Malteser Felsen noch etwas näher zu betrachten. Er wird mit der Säge oder dem Messer in beliebige Formen geschnitten, theilweise zu den zierlichsten Kunstgegenständen verarbeitet. Ein Block, in welchen eine Vertiefung, eine Art Schüssel, gehauen ist, dient als vortreffliches Filter für Trinkwasser sowohl in den Haushaltungen als auch auf den Schiffen der englischen Marine: ich habe solche Filter im

besten Gange gesehen. Kaum dass man trübes Wasser oben aufgegossen hat, läuft es unten klar ab. Wie schwierig ist es bei uns, in einen Granit- oder Kalksteinfelsen ein Loch zu bohren, z. B. eine hölzerne Tafel oder ein Brett an einer solchen Felswand zu befestigen! Auf Malta geht das mit grösster Leichtigkeit. Man nagelt eine solche Tafel oder ein solches Brett mit einem gewöhnlichen Bretternagel an, und hat nicht zu besorgen, dass sich die Spitze umbiegt, wenn sie durch das Holz auf den Stein kommt; der Nagel dringt mit Leichtigkeit hinein, und hält so fest im Stein, dass viel früher das Holz vermodert und herunterfällt, ehe der Nagel losgeht. In die aus diesen Felsen gebauten Befestigungen ist es nicht leicht Bresche zu schiessen, die Kugeln verlieren sich in ihnen wie in Erdwällen oder Kugelfängen.

Diese von mancher Seite so angenehme Eigenschaft des Malteser Felsens wirkt sehr unangenehm und schädlich nach vielen andern hin. Es ist sehr schwer, irgend ein Mauerwerk herzustellen, das dem Eindringen des Wassers nur einigermaassen widersteht. Die Oberfläche der Strassen von Valletta ist nach dem Regen sehr schnell trocken, aber die Häuser, namentlich die Erdgeschosse, oft sehr und anhaltend feucht. Die unterirdischen Strassenabzüge, die Canalisirung von Valletta, sind meist einfach in den Felsen mit der Säge geschnitten oder mit dem Pickel gehauen. Wie viel unter solchen Umständen von dem flüssigen Cloakeninhalt in den Baugrund der Häuser versitzt, ist leicht zu bemessen, und auf Malta weiss Jedermann, wie schwer eine Cisterne für Regenwasser dicht zu machen und vor Jauche-Einsickerungen zu sichern ist. Ich stellte mich anfangs, wenn ich Fragen an die dortigen Sachverständigen richtete, nicht ohne Absicht auf den Standpunkt meiner Gegner, und musste mir manches Lächeln darüber gefallen lassen, dass meine mitgebrachten Vorstellungen gar so weit von dem wirklichen Sachverhalt entfernt waren. Herr Inglott, der als einflussreiches Mitglied der Regierung (Comptroller) allen öffentlichen Wohlthätigkeits-, Kranken-, Irren- u. s. w. Anstalten vorsteht, ein Mann mit ebenso viel Verständniss als Herz für seine Aufgabe, der schon viel gebaut hat, und der als geborner Malteser über alle Verhältnisse seiner Heimath wohl unterrichtet ist, schnitt mir zu-

letzt ungeduldig alle weitern Fragen über die Dichtigkeit und Trockenheit des Untergrundes von Malta ab, indem er sagte: ich müsse meine Vorstellungen gänzlich aufgeben; der Boden von Malta sei kein Fels in meinem Sinn, sondern ein Schwamm, getränkt und gesättigt mit jeder Art von Jauche. Fast dasselbe wiederholte mir Dr. Pisani, ein angesehener Arzt auf Malta und Professor an dortiger Universität.

Ich frage: auf welche Thatsachen stützten sich meine Gegner, als sie sich so wiederholt und hartnäckig auf Malta beriefen, während sein Boden nicht weniger porös ist als der von München oder Berlin? Es ist staunenswerth, welche Zuversicht nicht nur das Wissen, sondern auch das Nichtwissen verleihen kann.

Herr Inglott überzeugte mich in der einfachsten Weise an einer der höchsten Stellen von Valletta, in der Nähe des früheren Palastes der Johanniter von spanischer Geburt, auch von der Gegenwart des Grundwassers wenige Fuss unter der Oberfläche. Unter St. James oder Real Curtain (einem Zwischenwall) führt ein breiter Gang, welcher grösstentheils in den Felsen gehauen ist, nach den Wällen, die zwischen Valletta und Floriana liegen. Ich fand dort in der ersten Hälfte des Mai in grosser Ausdehnung noch Wasser durch die Decke sickernd. Solche Imprägnirungen des Gesteins mit Wasser werden nothwendig zeitweise in verschiedenen Jahrgängen und Jahren, proportional den atmosphärischen Niederschlägen, die in Malta grossen Schwankungen unterliegen, grösser und kleiner sein, ebenso wie in München.

Diese Thatsachen scheinen mir unwiderleglich darzuthun, dass es auch in Malta nach dem Aufhören der Winterregen lange Zeit hindurch Grundwasser in jener strengern Bedeutung des Wortes gibt. Prof. Pisani theilte mir im vorigen Herbste, während seines Aufenthaltes in München, noch nachträglich mit, dass es in Valletta und andern Städten nicht blos Cisternen, sondern an mehreren Stellen, wo der Sandstein dichter wird, auch Brunnen gäbe, die das ganze Jahr hindurch Wasser liefern, die er zu Beobachtungen auswählen werde.

Ich hoffe bald Zeit zu finden, weitere Mittheilungen über Malta und Gibraltar zu machen, namentlich dürfte der Einfluss zweier

„grosser natürlicher Gräben oder Vertiefungen, welche das Regenwasser der höher gelegenen Abhänge auf den obern Theil der Stadt Gibraltar concentriren," grosses Interesse bieten, wo immer der Hauptsitz der Epidemien ist. Die Cholera verläuft in Gibraltar wesentlich in der Richtung dieser Mulden mit abnehmender Intensität, und tritt in den tiefsten Theilen der Stadt gegen das Meer zu auffallend gelinde auf, wieder einer jener Fälle, in denen das Farr'sche Gesetz vom Einfluss der Elevation sich nicht zu bewahrheiten scheint, während jeder Widerspruch verschwindet, sobald man dieses Gesetz vom Standpunkte der Grundwasserverhältnisse aus interpretirt.

Nach meiner Erfahrung kann ich Virchow nicht beistimmen, wenn er sagt: „Einem aufmerksamen Beobachter werden sich daher an allen möglichen Orten feuchte, vom Wasser und unreinen Flüssigkeiten durchtränkte, mehr oder weniger poröse Schichten oder Lagen darbieten, welche sich der Theorie anpassen, so dass es wahrscheinlich keinen Ort, wenigstens keine Stadt geben dürfte, wo derartige Untersuchungen nicht mit Erfolg gekrönt werden möchten."

Virchow hat hier gleich meinen Gegnern übersehen, dass in Bodenverhältnissen, die so leicht zu Gunsten meiner Ansicht gedeutet werden können, nie ein wirksamer Gegenbeweis gesucht werden kann; um einen solchen aufzufinden, müsste man das Augenmerk gerade auf die entgegengesetzten Verhältnisse richten. Sobald man das aber thut, sieht es trostlos aus für meine Gegner.

In den Städten, wo selbst der festeste Fels gewisse Vertiefungen und Mulden hat, die mit losem Material gefüllt sind, gibt es doch auch viele Stellen, wo das nicht der Fall ist, wo die Häuser wirklich auf festestem Fels ohne diese porösen Füllungen stehen. Ein Fall, wie ihn Virchow voraussetzen muss, ist meines Wissens noch nicht constatirt worden. Einen sehr lehrreichen Fall vom Vorkommen einer Choleraepidemie auf Granit hat Büttner bei der Choleraconferenz in Weimar (S. deren Verhandlungen S. 25 und 26) mitgetheilt. Es war in Seidau, einer Vorstadt von Bautzen, die auf Granit liegt, wo aber auch die Untersuchung ergeben hat, dass die epidemisch ergriffenen Ortstheile in einer Granitmulde liegen, die mit einer 8 Fuss mächtigen Alluvialschichte ausgefüllt ist,

in der sich zeitweise so viel Grundwasser sammelt, dass es zu Brunnen dient und bei hohem Stande die Keller Monate lang unter Wasser setzt, dass hingegen eine Anzahl Häuser, welche unmittelbar auf compaktem, undurchlässigem Granit liegt, von der Epidemie verschont geblieben ist, während rings herum Erkrankungen und Todesfälle vorkamen. Wenn der Einwurf Virchows Geltung haben soll, hätte sich die Epidemie auch in den letzteren Häusern festsetzen müssen, und nicht bloss in den ersteren.

Solcher Fälle liessen sich noch viele aufführen, ich will nur kurz an einige noch erinnern. Im bayerischen Hauptberichte S. 89 bis 98 ist das Vorkommen einer verheerenden Ortsepidemie auf einem Juraplateau besprochen, welche nicht nur durch ihr vereinzeltes Auftreten und durch ihre Heftigkeit (sie tödtete 33 pro Cent der Einwohner), sondern auch als ein scheinbarer Beweis gegen den schützenden Einfluss des compakten Felsengrundes damals Aufsehen erregte. Vier Fünftel dieses unglücklichen Dorfes (Kienberg) liegen in einer mit Alluvium ausgefüllten Mulde des Juragesteins, in dem letzten Fünftel, welches wieder auf compaktem Gestein liegt, kamen nur im Wirthshause Erkrankungen vor. In einem benachbarten Dorfe (Trugenhofen) wurden sämmtliche Choleraleichen von Kienberg begraben, ohne dass sich die Epidemie dorthin verbreitete. Die Häuser in Trugenhofen stehen auf einem Grunde, wie ihn der verschonte Theil von Kienberg hat.

Ebenso erinnere ich an einen andern Fall in meinem Berichte über Krain im Bezirke Adelsberg: „Während unserer Wanderung theilte mir Dr. Raspet aus seiner damaligen Eisenbahnbau-Praxis zwei höchst wichtige Belege für den Einfluss des compakten und nicht compakten Untergrundes auf die Entwicklung der Choleraepidemien mit. Er hatte in seinem bahnärztlichen Distrikte auch zwei grosse Steinbrüche, in welchen die Arbeiter casernirt waren. In einem dieser Steinbrüche, Osionica, wurde gewöhnliches zerbröckeltes Karstgestein gewonnen, was wie anderwärts Schotter oder Geröll zur Herstellung des Bahnkörpers verwendet wurde, im andern Steinbruche, Risnik, wurde guter Baustein aus einer compakten Parthie des Gebirges gebrochen. In jedem der beiden

Steinbrüche arbeiteten mehr denn hundert Menschen. Allen war es ein Räthsel, warum die Cholera unter den Arbeitern des Steinbruches Osionica so zahlreiche Opfer forderte, während sich unter den Arbeitern des Steinbruches Risnik nur ein einziger und zwar verschleppter Fall ereignete, welcher keine weitern Folgen hatte. Als aber später der Petechialtyphus, eine im strengsten Sinne contagiöse Krankheit unter den Eisenbahnarbeitern ausbrach, hatten die Arbeiter in Risnik nicht weniger davon zu leiden, als es an allen übrigen Orten der Fall war."

Ich habe mich ferner auf meiner Reise im vorigen Jahre in Marseille wieder überzeugt, dass es auch in dieser wegen ihrer Choleraepidemien bekannten Seestadt grössere Distrikte gibt, welche von der Epidemie stets verschont bleiben, und dass diese immunen Theile unmittelbar auf dem Felsen liegen, auf dessen Spitze weit in die See schauend die Kirche Notre Dâme de la Guarde thront, während der Schauplatz der oft mörderischen Epidemien der von den Geologen sogenannten Ebene von Marseille angehört, welche von dem Flusse l'Huveaune bewässert wird. Dr. Paul Picard, einer der bedeutendsten Aerzte in Marseille, der im Jahre 1854 Schüler Virchows in Würzburg war, hat sich während meines Aufenthaltes die Zeit genommen, mich an alle für den örtlichen Verlauf der Cholera lehrreiche Stellen zu bringen und selbst Grundwassermessungen in einigen Quartieren mitzumachen. Er führte mich zuletzt bei Professor Cocquand ein, dessen Name als Geognost in Deutschland ebenso, wie in Frankreich bekannt ist. Das Vorkommen der Cholera in Marseille wurde mir auch schon von Vielen, die Südfrankreich bereist hatten, als Beleg gegen den Einfluss des Bodens entgegengehalten. Ich habe mich nun überzeugt, dass diese Herren Reisenden nur an Notre Dâme de la Guarde denken, wenn sie von der Bodenbeschaffenheit von Marseille sprechen. Cocquand übergab mir zuletzt folgende kurze Beschreibung: „Marseille ist auf mitteltertiärem Boden (Miocäne) erbaut. Dieser Boden ist wesentlich aus Puddingstein, Thon, Sandstein und losem Sande (von den Provençalen saffre genannt) zusammengesetzt. Dieser Boden, welcher die sogenannte Ebene von Marseille (eine Mulde) bildet, ist sehr durchgängig für Wasser, das er mit Leichtigkeit ansaugt, und

das man sich in allen Häusern in Brunnen von geringer Tiefe verschaffen kann."

„Der tertiäre Boden wird von allen Seiten, ausgenommen gegen das Meer, von hohen Kalkbergen beherrscht, die nackt und ganz wasserleer sind. Diese Berge gehören der Kreideformation an."

„Die Bergkette, welche die Mulde der Ebene von Marseille gegen Norden begränzt, heisst die Stern-Kette, und diejenige welche sie gegen Süden beherrscht, heisst die Kette von St. Cyr (646 Meter hoch)."

Und auf einem dieser nackten, wasserleeren Kalkfelsenberge liegt das immune Quartier von Marseille.

Ich hoffe, Virchow überzeugt zu haben, dass es gut sei, das thatsächliche Vorkommen der Choleraepidemien auf verschiedenem Boden genau zu constatiren, die Bodenverhältnisse vorurtheilsfrei mit einander zu vergleichen und namentlich den Boden der Orte in der Nähe und genauer als meine Gegner anzusehen, und es erscheint ihm vielleicht nicht mehr überflüssig, dass ich nach Krain, Lyon, Marseille, Gibraltar und Malta gegangen bin.

Es ist doch sehr auffallend, dass sich auch in zahlreichen solchen Orten mit festem Fels die Cholera epidemisch bisher nur immer an solchen Stellen gezeigt hat, die sich so leicht der Theorie anpassen, und dass sich die entgegengesetzten Fälle noch nie der Beobachtung aufgedrängt haben, wie es bei den andern so häufig geschehen ist. Das hat doch sicherlich auch seinen Grund in der Natur der Sache, und vielleicht den nämlichen, warum in den Alluvialebenen überhaupt die Cholera durchschnittlich viel häufiger und heftiger auftritt, als im Gebirge.

In neuester Zeit noch hat allerdings Herr Bezirksgerichtsarzt Dr. Vogt (Amtlicher Bericht über die Epidemien der asiatischen Cholera des Jahres 1866 in Unterfranken in Bayern Seite 48) einen Fall mitgetheilt, durch welchen er sich zu dem Ausspruche berechtigt hält, dass eine Choleraepidemie auch ohne alle Mitwirkung von porösem Boden und Grundwasser möglich sei. In Rothenfels soll der feste blanke Fels die Probe nicht bestanden haben. Herr Vogt sagt: „Der Berg stellt eine oft senkrecht aufsteigende mächtige Felswand von buntem Sandstein dar. Die Sandsteinwände

haben zahlreiche sie durchsetzende Sprünge, feine Klüfte. Alle Häuser des Berges haben daher, auf blankem Fels ruhend, kein Grundwasser."

Welch ein unvorsichtiger Achilles aber Herr Vogt in seiner Kampfhitze ist, der selber mit lautem Feldgeschrei dem Feinde mittheilt, an welcher Stelle er leicht und tödtlich verwundbar ist, geht aus dem unmittelbar Nachfolgenden hervor: „Dennoch aber sind diese Wohnungen die feuchtesten. An den kalten Felswänden schlägt sich die Feuchtigkeit der Luft nieder; es dringen auch aus den Spalten der Felsen Wässer durch, besonders nach langem Regen, da der Berg sich hoch zur Spessarthöhe erhebt; die Feuchtigkeit kommt hier von oben, von der Seite, statt von unten."

Ein Felsen, durch den zeitweise so viel Wasser dringt, dass alle Häuser darauf feucht werden, muss doch sehr porös sein, und dass dieses Grundwasser von oben und von der Seite, und nicht von unten kommt, kann doch keinen wesentlichen Unterschied bedingen. Eine nähere Bestimmung der Porosität dieses Buntsandsteines würde wahrscheinlich ergeben, dass er nicht viel compakter ist, als der Sandstein von Malta. Es wäre der Mühe werth, die Grundwasserverhältnisse in diesem blanken Fels regelmässig zu beobachten, sie würden dann wahrscheinlich die Zeit des Ausbruchs der Epidemie erklären.

Ich fühle recht wohl, dass man, die Porosität des Bodens betreffend, noch viele Fragen stellen könnte, die vorläufig nicht zu beantworten wären. Eine der wichtigsten z. B. scheint mir die nach dem geeignetsten oder dem genügenden Grade der Porosität zu sein, dann nach der Tiefe und Mächtigkeit der porösen Schichten. Die quantitative Seite dieser Momente haben die Untersuchungen bisher noch viel zu wenig berücksichtigt, um darüber bereits abschliessende Angaben in bestimmten Zahlen geben zu können. Es ist jedoch eine natürliche Entwicklung der Dinge, zuerst die Qualität und dann die Quantität festzustellen. Es wäre ein grosser Irrthum, aus der gegenwärtigen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse einen Beweis gegen die Richtigkeit einer Anschauung entlehnen zu wollen, die sonst von so vielen Thatsachen in unzweideutiger Weise unterstützt wird.

Fr. Pfaff in Erlangen hat uns in seiner Untersuchung über das Verhältniss verschieden hoher Schichten ein und desselben Bodens zu gleichen Mengen atmosphärischer Niederschläge gezeigt,[1]) wie viel wir noch zu lernen und zu beobachten haben, und wie irrig Voraussetzungen sein können, die wir vom gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens aus über den Boden machen, und welche unerwartete Resultate da oft kommen können. Im Ganzen scheint es sich nicht um sehr feine, sondern um ziemlich grobe Unterschiede zu handeln, die aber, so grob sie sind, bisher doch unbeachtet geblieben sind.

In Krain, Malta und Gibraltar wenigstens liegt nicht etwa bloss eine Anätzung, oder einige Sprünge in einem compakten Felsen vor, oder eine dünne Bedeckung mit einer porösen Schichte darüber, sondern eine derartige massenhafte Vertretung des porösen Materiales und bis in so bedeutende Tiefen hinab, dass der Baugrund eines Hauses mehr als den dritten Theil seines Volums Wasser oder Luft enthalten kann; viel mehr beträgt ja diese Grösse auch nicht beim Alluvialboden, und solche Grössen geben doch jedenfalls ein Recht, ihnen auch eine Wirkung zuzusprechen. In der Constatirung solcher Thatsachen, in der damit verbundenen natürlichen Entwicklung und Erweiterung der Erfahrungen und in der Zurückweisung von Einwürfen, die ohne Berechtigung und von Dingen hergenommen werden, die theils noch unerforscht sind, theils mit der Sache in keinem Zusammenhang stehen, möchten meine Gegner immer nur zu gerne nichts als ein beliebiges Zurechtlegen verschiedener, widersprechender, unliebsamer Umstände erblicken; — Viele zeihen mich, wenn vielleicht auch nicht gerade der Unehrlichkeit, so doch eines nicht ganz ohne Absicht getrübten Blickes, der die Dinge nie in ihrer wirklichen Lage erschaut, während ich doch nur Thatsachen in grösserem Umfang aufsuche und genauer zu constatiren strebe, als sie es thun. Ich habe an die Stelle von Contagium und Miasma, die sich jeder Untersuchung noch entziehen, Verkehr, Boden und Grundwasser gesetzt, die man genau untersuchen kann. Es dürfte doch endlich bald Zeit sein, dass die

---

1) Siehe Zeitschrift für Biologie Bd. IV S. 249.

Herren ihre geflügelten Worte sparen, bis sie einmal mit ebenso genau und in einem bestimmten Sinne beobachteten Thatsachen auftreten und damit die Irrthümlichkeit oder Entbehrlichkeit meiner Ansichten beweisen können.

Das Grundwasser als Quelle und Maassstab der wechselnden Bodenfeuchtigkeit.

Aber nicht nur den Einfluss des Bodens, sondern auch den des Grundwassers betreffend, befindet sich Virchow vielfach auf einem andern Standpunkte als ich. Virchow befürchtet zunächst, ich berücksichtige „zu wenig die blosse Bodenfeuchtigkeit gegenüber dem Grundwasser“. — Es ist ein blosses Missverständniss, was uns hier trennt. Ich habe bereits vor 4 Jahren[1]) gesagt, „die Cholera werde begünstigt durch eine zeitweise grössere Schwankung im Feuchtigkeitsgehalte der porösen Schichte, welche sich im Alluvialboden am einfachsten und zuverlässigsten in dem wechselnden Stande des Grundwassers ausspricht.“ Das Grundwasser ist mir nie als etwas anderes erschienen, als eine constante Quelle der Durchfeuchtung der darüber liegenden porösen Schichten einerseits, und als das einzige zugängliche Mittel, die Veränderungen in der Durchfeuchtung der darüber liegenden Schichte mit einem Maasse zu verfolgen anderseits. Ich habe mich darüber erst kürzlich wieder in meiner Arbeit über Lyon hinreichend ausgesprochen. Ich mache nicht den mindesten Anspruch darauf, das Grundwasser erfunden zu haben; es wäre auch kein grösseres Verdienst, als die Bodenfeuchtigkeit oder den Sumpfboden zu erfinden, aber man wird mir nicht bestreiten können, das Grundwasser zuerst als einen in vielen Fällen genügenden Maassstab für die Menge und den Wechsel der Bodenfeuchtigkeit erkannt und in die Beobachtung eingeführt zu haben. Dass ich diess mit Bewusstsein und aus einer bestimmten wissenschaftlichen Ueberzeugung gethan habe, dafür, glaube ich, können meine Grundwassermessungen in München als Beleg gelten, die ich seit März 1856 aus eigenem Antrieb unternommen und auf eigene Rechnung 13 Jahre lang fortgesetzt habe. Dass meine Ueber-

---

1) Ueber die Verbreitungsart der Cholera. Zeitschrift für Biologie Bd. I S. 355.

zeugung nicht auf Täuschung beruhte, haben die Resultate seit 14 Jahren gezeigt. Ohne diese Messungen würden die Arbeiten von Buhl und Seidel über den Typhus von München nie entstanden sein, ja sie wären unmöglich gewesen. Wenn diese Arbeiten auch die einzige Frucht wären, die meine Idee vom Grundwasser bringen könnte, so würde ich sie schon nicht mehr für überflüssig halten.

Ich erkenne sehr gerne das Unvollkommene meines Maassstabes an, und bin sehr gerne bereit, einen bessern anzuwenden, wenn mir Jemand einen bezeichnen kann, aber ich gebe nicht zu, dass es kein Maassstab sei. Virchow scheint das auch nicht bestreiten zu wollen, da er in neuerer Zeit den gleichen Maassstab auch für den Boden in Berlin wiederholt und warm empfohlen hat. Wenn wir künftig auch einen viel bessern Maassstab und eine bessere Methode bekommen, so bleibt die Thatsache doch unverändert stehen, dass der Wechsel der Bodenfeuchtigkeit nach meiner unvollkommenen Methode zuerst in bestimmter Absicht messend verfolgt worden ist, dass ich zuerst das Bedürfniss nach solchen Messungen wachgerufen und damit auch zu allen künftigen Verbesserungen den Anstoss gegeben habe.

Ich habe nicht das mindeste dagegen, wenn jetzt manche meiner Gegner, welche sich vor dem Grundwasser nicht mehr recht zu retten wissen, ausrufen, die ganze Grundwasserhypothese löse sich in die altbekannte Bodenfeuchtigkeit auf, sie kommen dadurch — aber nur später — auf denselben Standpunkt, den ich schon vom Anfang an einnahm. Wie sehr sich diese guten Herren aber selbst täuschen, wenn sie glauben, mein Standpunkt sei desshalb kein neuer, geht aus der nur an der Hand der Grundwasserhypothese gefundenen, unwidersprechlichen Thatsache hervor, dass in München ganz im Gegensatz zur bisherigen Annahme, je feuchter der Boden wird, desto weniger Typhusfälle vorkommen, was doch mit der gewöhnlichen alten Lehre vom Einfluss trockener und feuchter Orte in einem unvereinbaren Widerspruche steht.

Virchow fragt auf Seite 48: „Muss denn das mit unreinen Stoffen gemengte Grundwasser erst sinken, um einen Theil seiner Unreinigkeiten in dem nun dem Eindringen der Luft zugänglichen

Boden zurückzulassen, damit der supponirte organische Prozess darin vorgehe? Kann denn nicht ein poröser Boden mit unreinen Flüssigkeiten sich unvollständig tränken, so dass er feucht wird, ohne jedoch Grundwasser zu bilden? .... und Ausgangspunkt für mancherlei neue Gestaltungen werden?" An die Spitze dieser Möglichkeiten, die zu bestreiten ich keine Veranlassung habe, stellt Virchow wieder seine mir irrig zugeschriebene Ansicht, als müsse die Unreinigkeit ins Grundwasser verlegt werden. Ich habe schon oben nachgewiesen, dass das unreine Grundwasser für mich nicht schlimmer ist, als wenn es destillirtes Wasser wie der Regen wäre. Ich frage aber, wie weit sich diese Möglichkeiten in Thatsachen aussprechen und nachweisen lassen. Auf den Typhus und München angewendet, bestehen diese Möglichkeiten fortwährend, denn selbst beim höchsten Grundwasserstande sind noch mindestens 12 bis 15 Fuss Boden über dem Grundwasser frei, die sich beliebig infiltriren können mit Jauche u. s. w., das Grundwasser ist nachgewiesen bei hohem Stande sogar unreiner als bei tiefem, und doch geht der Typhus wesentlich nur mit den Grundwasserschwankungen und vermehrt sich nicht mit der Vermehrung der Grundwasserbestandtheile. Meine Ansicht scheint mir die Thatsachen viel mehr zu respektiren, als die von Virchow. Alles deutet auf die Nothwendigkeit eines gewissen Rythmus, einer gewissen Dauer und Bewegung der Bodenfeuchtigkeit hin, der für die einzelnen Orte nur durch Beobachtung gefunden werden kann. Wo das bisher einzige bekannte Mittel der Beobachtung, das Grundwasser, fehlt, da müssen entweder andere Mittel gefunden werden, den Rythmus der Bodenfeuchtigkeit ebenso wie in München zu messen, — oder man muss solche Orte unberücksichtigt lassen.

Es ist kaum anders denkbar, als dass in Orten mit constantem Grundwasser über der ersten wasserdichten Schichte der Rythmus und die Dauer gewisser Zustände im Boden ganz anders sein wird, als in Orten, wo es nie oder nur sehr vorübergehend zur Bildung und Ansammlung von Grundwasser über der ersten wasserdichten Schichte kommt.

Wo die Grundwasserbeobachtungen fehlen, sind wohl genaue Regenmessungen, die auch neben Grundwassermessungen unent-

behrlich sind, das nächste und zuverlässigste Aushilfsmittel. Obwohl in der Menge des Regens seine Wirkung auf den Boden nicht direkt sich ausspricht, und diese bei verschiedenem Boden sehr verschieden sein kann, so ist der Regen doch die einzige Quelle für alles Grundwasser, und kann bei gewisser Bodenbeschaffenheit vielfach die nämlichen Anhaltspunkte für Beurtheilung der Grundwasserverhältnisse wie z. B. in Calcutta geben, wo vorläufig auch nur die Regenmengen, aber nicht die Grundwasserstände bekannt sind.

Bei den für Cholera günstigen oder ungünstigen Grundwasserverhältnissen ist Ein Umstand von fundamentaler Bedeutung, der gar zu häufig ganz übersehen wird, und das ist die Nothwendigkeit einer Schwankung, eines Wechsels der Bodenfeuchtigkeit. Man kann nicht sagen, die Cholera gedeiht besser auf trockenem oder auf nassem Boden. Die Erfahrung lehrt, dass die Choleraepidemien weder in der Wüste, noch auf dem Meere zu Hause sind, sie gedeihen am besten auf einem Boden mit sehr wechselnder Nässe, und es kann ein Boden zu nass und zu trocken für Cholera sein. Macpherson hat uns mit dem jährlichen Rhythmus der Cholera in Calcutta und Cornish mit dem in Madras bekannt gemacht, und wir ersehen daraus, dass im August die grosse Nässe des Bodens in Calcutta dieselbe Wirkung hat, wie in Madras die grosse Dürre und Hitze im Juni. An beiden Orten sind die genannten Monate die cholerafreisten. Jener Theil des Choleraprocesses, welcher im Boden vor sich geht, scheint also einmal in zu grosser Nässe, das anderemal in zu grosser Trockenheit eine wesentliche Schranke zu finden. Man könnte nun den Schluss ziehen, dass gerade ein constanter gewisser mittlerer Feuchtigkeitsgehalt der Cholera am günstigsten sein müsste; aber eine solche Annahme vermöchte das thatsächliche örtliche und zeitliche Auftreten der Epidemien weder in Indien noch in Europa zu erklären, denn ein mittlerer Feuchtigkeitsgehalt findet sich am häufigsten, und solche Orte müssten dann immer gleichmässig Cholera haben, was doch nicht der Fall ist. Die Nothwendigkeit des Wechsels in der Durchfeuchtung mag vielleicht darin ihren Grund haben, dass jener Theil des Choleraprozesses, welcher im Boden vor sich geht, mehrere Stadien oder

Stufen zu durchlaufen hat, wovon das eine, z. B. das Stadium a, nur bei hohem Wassergehalte des Bodens und ein nachfolgendes Stadium n nur bei einem geringeren Wassergehalte eintreten kann. Bei einem constanten mittleren Wassergehalte des Bodens könnte das Stadium a nie eintreten, was doch unerlässlich ist, wenn das Stadium n später soll folgen können. Die grösste Intensität der Cholera fällt in Indien in der Regel in das sinkende Stadium des Grundwassers; das schliesst aber nicht aus, dass eben in diesem Stadium n Prozesse zur Geltung kommen, welche von einer gewissen Grösse und Dauer des vorausgehenden Stadiums a abhängig sind, in welchem Stadium gleichsam vorgearbeitet wird. Ebenso ist denkbar, dass das Stadium n in seinem Verlauf durch den zu baldigen Eintritt zu grosser Trockenheit unterbrochen werden kann, und erst wieder auflebt oder vollends abläuft, wenn die Feuchtigkeit wieder zunimmt, wo dann bei einem gewissen Grade derselben auch das vorbereitende Stadium a wieder in Wirksamkeit treten wird. In solchen Fällen könnte, wie es in Madras thatsächlich geschieht, der beginnende Regen auch mit dem Wiedererwachen der Cholera zusammenfallen, bis die Fortdauer der Regen auch dort wieder das Stadium a und eine Abnahme der Cholera herbeiführt.

Es gibt auch sonst viele Processe, die gerade nur unter dem Wechsel zwischen Nass und Trocken ausgiebig vor sich gehen, z. B. die Verwesung des Holzes, die Salpeterbildung, die Verwitterung mancher Gesteine. Holz, das immer unter Wasser oder immer ganz trocken bleibt, hält sich gleich gut, aber nichts verzehrt das Holz schneller, als wenn es abwechselnd immer nass und wieder trocken wird. — Als man den Salpeter noch in den sogenannten Salpeterplantagen erzeugte, wusste man, dass nichts die Salpeterbildung so beeinträchtiget, als ein ganz gleichmässig trockener oder feuchter Zustand der dafür hergerichteten Erdschichten, und dass gerade ein bestimmter Wechsel zwischen Nass und Trocken den meisten Salpeter liefert. Ebenso wissen die Baumeister, dass manche Steine sowohl im Wasser, als in trockner Luft gleich gut ausdauern, aber abwechselndes Nass- und Trockenwerden nicht ertragen können, ohne sich zu blättern oder zu schiefern.

Verschiedene Vorgänge in verschiedenem Boden.

Dass neben den Grundwasserschwankungen, so wesentlich ich sie auch erachte, jedenfalls noch viele andere Dinge, die uns noch unbekannt sind, auch in Betracht kommen, ist selbstverständlich und man darf nie denken, dass alle Bedingungen gegeben sein müssen, wenn eine wesentliche Bedingung gegeben ist, — aber ebenso irrthümlich ist, aus einem Falle, in dem nicht alle Bedingungen gegeben sind, auf die Unwesentlichkeit der einen oder anderen einzelnen Bedingung schliessen zu wollen, die gegeben ist. Es giebt Boden, der imprägnirt wird und in dem die Feuchtigkeit ebenso schwankt, wie in München, und doch haben sie, z. B. Erlangen, keinen so endemischen Abdominal-Typhus. Das kann aber als kein Beweis betrachtet werden, dass die Frequenz des Typhus in München nicht mit den Bewegungen des Grundwassers zusammenhängt. Es kann das nur eine Aufforderung sein, zu erforschen, was diesen Unterschied zwischen München und Erlangen begründet. Er liegt vielleicht auch im Boden. Wie ich jüngst in einem Berichte über die Münchner Siele mitgetheilt habe[1]), findet sich im Münchner Geröllboden eine organische, sehr stickstoffhaltige Substanz, (nach Bestimmungen von Dr. Feichtinger an manchen Stellen der Stadt mehr als 200 Grmm. in einem Kubikfuss). Prof. Pfaff hatte die Güte, mir zum Vergleich Erlanger Boden aus einer Strasse der Altstadt zu schicken, die nichts von diesen stickstoffhaltigen Stoffen erkennen liess. Der Boden in Erlangen in der Altstadt wird jedenfalls schon viel länger benutzt, als der Boden in der Mittererstrasse in München, die erst vor 4 Jahren angelegt worden ist. Selbst in den Kiesgruben ausserhalb München findet sich bereits diese stickstoffhaltige Substanz, wenn auch in viel geringerer Menge, als in den Strassen der Stadt. Der Erlanger Boden scheint ihrer Bildung nicht günstig zu sein. Ich verwahre mich übrigens zum Ueberfluss ausdrücklich gegen die Deutung, als wolle ich sagen, man hätte im Münchner Boden die Typhusmaterie gefunden. Ich will nur sagen, dass verschiedene Bodenarten gleichen Einflüssen gegenüber

1) Gutachten über die Kanäle oder Siele in München. Bei Manz 1869. Seite 19.

sich sehr verschieden verhalten können, und dass wir noch unendlich viel zu lernen haben, ehe wir den Boden, auf dem wir wohnen, gehörig verstehen. Alle Arbeiten von mir und anderen in dieser Richtung zielen vorläufig wesentlich nur daraufhin, die Nothwendigkeit eines genaueren Studiums des Bodens zu begründen. Leider, dass so viele glauben, nur das als wahr, praktisch und nützlich bezeichnen zu müssen, was kein Nachdenken mehr erfordert, was bereits so weit fertig ist, dass es wie ein Messer oder eine Scheere für ganz bestimmte Zwecke gebraucht werden kann. Dagegen hilft, wie die Geschichte aller Wissenschaften lehrt, nichts, als sich nicht irre machen lassen und fortarbeiten.

Der Boden und die Immunität von Würzburg.

Virchow führt Würzburg als ein bezeichnendes Beispiel an, wie verschieden man die Sachen ansehen und — möchte ich namentlich ergänzen — auch darstellen kann. Ich will der Schilderung des Würzburger Bodens von Herrn Vogt, die Virchow zu Grunde legt, eine andere von Herrn Stadtbaurath Scherpf gegenüberstellen. Scherpf sagt in seiner Kanalisirung der Stadt Würzburg (Würzburg bei Stahel 1867) Seite 7: „Der Untergrund des Stadtterrains ist ein compakter Kalkfelsen, in welchen mehrere Kanäle tunelirt sind, über die die Stadtbäche wegfliessen. Dieser Felsen tritt an vielen Stellen zu Tage; an keiner Stelle liegt derselbe tiefer als 20 Fuss unter dem Strassenpflaster. An solchen Stellen befindet sich über dem Felsen gewöhnlich eine Keuper-, Sand- oder Kiesschichte von verschiedener Mächtigkeit (hie und da auch eine Lettenschichte), auf welche dann die künstliche Aufschüttung folgt. Der felsige Untergrund hat in der Regel seine Abdachungen in gleicher Richtung wie das darüber liegende Terrain, nur ohne gleichmässig vertheiltes Gefäll; vielmehr lassen sich muldenförmige Einsenkungen und vorspringende Kegel nachweisen."

„Die Wasserstände der Pumpbrunnen hiesiger Stadt haben eine höchst verschiedene Höhe über dem Nullpegel des Maines; es kann dies nur dadurch erklärt werden, dass das Sickerwasser auf dem Felsen gegen den tiefer liegenden Main abfliesst und sich da sammelt, wo eine muldenförmige Einsenkung des Felsens, ein

künstlich hergestellter Brunnenschacht, oder ein tief in das Terrain einschneidender Keller eine grössere Wasseransammlung gestattet."

„Diese Ansicht findet ihre Bestätigung auch darin, dass die Wasserhöhen der verschiedenen Grundwässer nahehin constant sind und das Wasser in vielen Brunnenschächten in kurzer Zeit ausgepumpt werden kann."

Wer sich also ein Gesammtbild aus den Angaben von Herrn Dr. Vogt machen muss, kommt zu der von Virchow getheilten Ansicht: „Unter den örtlichen Schädlichkeiten steht die Durchfeuchtung des Bodens obenan. Die Höhe des Grundwassers ist eine allgemeine Calamität Würzburgs." Wer sich an die Darstellung von Baurath Scherpf hält, gewinnt eine ganz andere Vorstellung, der erblickt ein sehr coupirtes Unterterrain, welches der Bodenfeuchtigkeit nicht entfernt eine so gleichmässige Vertheilung und Stetigkeit, wie z. B. der Münchner Boden, und damit auch nicht entfernt einen solchen Rythmus der Bewegung gestattet. Die atmosphärischen Niederschläge vertheilen sich im Würzburger Boden nicht wie in München gleichmässig über eine gleichmässige Bodenschichte, sondern naturnothwendig sehr ungleich. An welche der beiden Darstellungen ich mich halten soll, ist für mich — ganz abgesehen von meinen theoretischen Ansichten — nicht im geringsten zweifelhaft. Ich denke mir, Baurath Scherpf hätte sich mit dem Untergrunde von Würzburg genauer befasst, als Bezirksgerichtsarzt Dr. Vogt, dessen Thätigkeit sich jedenfalls mehr auf der Oberfläche vollzieht.

Virchow erwähnt S. 49, dass er sich selbst in Würzburg bei Anlegung neuer Strassenkanäle überzeugt habe, „dass der aus ziemlich lose übereinander geschichteten, bröckeligen Lagen von Muschelkalk bestehende Boden in dem Innern der Stadt feucht und geschwärzt sei, durch massenhaft infiltrirte Unreinigkeit." Die blosse „Durchtränkung des feuchten Bodens mit den flüssigen Abgängen der menschlichen Haushaltungen" bedingt für sich noch keine Choleraepidemien, wenn auch der Keim eingeschleppt wird. Das beweist das immer nur zeitweise Auftreten der Krankheit in Indien und in Europa. Zur Regenzeit ist der Boden von Calcutta gewiss auch mit diesen Abgängen, die sich ja das ganze Jahr hin-

durch ziemlich gleich bleiben, getränkt, und München producirte 1857/58 nicht weniger davon als 1866/67, und doch ist die Cholera in Calcutta im August nur $^1/_6$ von der im April, und die Typhussterblichkeit in München 1867 nur 96, im Jahre 1858 hingegen 535 gewesen, mithin nahezu ein gleich grosser relativer Unterschied zwischen dem typhusärmsten und typhusreichsten Jahre in München, wie zwischen dem choleraärmsten und cholerareichsten Monate in Calcutta. Ehe die Grundwasserverhältnisse in Würzburg nicht ebenso ermittelt und beobachtet sind, wie die in München, lässt sich daher in Würzburg kein Beweis gegen Sätze aufstellen, die aus Beobachtungen in München gefolgert worden sind.

Virchow's kritische Studie hat mich veranlasst, mein 1854 für Würzburg abgegebenes Gutachten nach langer Zeit wieder durchzulesen. Ich war allerdings sehr erstaunt über die Magerkeit seines Inhalts, aber eine besondere Unrichtigkeit konnte ich nicht darin finden, im Ganzen kann ich es noch aufrecht erhalten. — Ich habe die Immunität von Würzburg damals theils von seinen Bodenverhältnissen, soweit es auf compaktem Kalkstein steht, theils von seinen günstigen Drainageverhältnissen (vom Residenzplatz bis zum Main 50 Fuss d. i. fast 2 Procent Gefäll), theils von baupolizeilichen Einrichtungen, welche die Imprägnirung des porösen Theiles des Bodens weniger begünstigen als anderswo, abhängig gedacht. Ich habe vielleicht nur die dritte Abtheilung von Ursachen zu hoch angeschlagen. In die zweite Abtheilung hätte auch das Grundwasser gehört. Da aber der Gedanke an dasselbe damals noch in allen Köpfen schlummerte, kann man auch mir keinen Vorwurf machen, dass er auch in dem meinen erst anderthalb Jahre später erwachte. Wenn ich damals schon etwas vom Grundwasser gewusst hätte, hätte ich vielleicht eine vorläufige Deutung versucht, vielleicht auch nicht, aber jedenfalls hätte ich zu regelmässigen Beobachtungen desselben aufgefordert, wie ich sie später in München gemacht habe, und wie sie nun auch in Berlin angefangen werden.

Da diese Lücke für Würzburg auch von Herrn Vogt inzwischen nicht ausgefüllt worden ist, so lässt sich leider darüber auch jetzt noch nichts aussagen, wie weit Würzburg seine Immunität

etwa auch seinen Grundwasserverhältnissen verdankt. Vorläufig bleibt also immer noch nichts positives, als der compakte Fels über.

Der Schlusssatz meines Gutachtens aus dem Jahre 1854 lautet: „Da diese Verhältnisse theils im Grund und Boden der Stadt, welcher weder durch die Zeit, noch durch die Menschen eine merkliche Aenderung zu befürchten hat, theils in Einrichtungen ruhen, welche durch eine wachsame Sanitäts- und Baupolizei aufrecht erhalten werden können, so kann diese Stadt auch ferner darauf rechnen, dass sie in künftigen Choleraepidemien die nämliche Immunität geniessen werde, wie bisher.“ Dieser Ausspruch verdient nicht den Namen einer Prophezeihung, sondern er ist ein einfacher Schluss aus gemachten Beobachtungen. Diese können unvollständig, und der Schluss unter Umständen irrig sein, aber — ich wiederhole — es ist keine Prophezeiung. Wenn nun Würzburg trotzdem im Sommer 1866 durch die massenhafte Einquartierung preussischer Truppen, welche Cholera unter sich hatten, von einer Choleraepidemie heimgesucht worden wäre, so hätten wohl meine Gegner darin eine Widerlegung des wesentlichen Einflusses von Boden und Grundwasser erblicken können, aber ich hätte mich eines solchen Fehlers schwerlich schuldig gemacht, da ich noch immer eingesehen hätte, dass zur Erklärung des örtlichen und zeitlichen Auftretens der Cholera doch kein anderer Anhaltspunkt bleibt, als diese noch so wenig erforschten Verhältnisse. Da nun aber Würzburg trotz dieser Einquartierung auch im Sommer 1866 nicht epidemisch ergriffen wurde, so hat sich abermals, und zwar diesmal unter den allerauffallendsten Umständen, die Thatsache ergeben, dass hier wirklich lokale Verhältnisse bestehen müssen, die nicht alle Bedingungen zu einer Choleraepidemie gewähren, und die Wissenschaft ist neuerdings an ihre Verpflichtung erinnert worden, nach diesen örtlichen und zeitlichen Verhältnissen zu suchen. Es steht jedem frei, sie über oder unter der Erdoberfläche zu suchen, es kommt nur darauf an, wo sich etwas findet, was man beobachten und zeigen kann. Wahrscheinlich wird eine nähere Untersuchung im Wesentlichen dieselben Ursachen der Immunität für Würzburg ergeben, wie sie in Lyon gefunden worden sind, Mangel theils der örtlichen, theils der zeitlichen Disposition.

Virchow sucht die Immunität von Würzburg auf folgende Art zu erklären: „Ich weiss vorläufig keinen andern Grund für die Würzburger Immunität anzuführen, als die langjährige Existenz städtischer Wasserwerke, aus denen der grössere Theil des Trinkwassers geschöpft wird.“ Dass diese Erklärung auf einem Irrthum beruht; geht schon daraus hervor, dass im Jahre 1854 bei meiner Anwesenheit in Würzburg die Nothwendigkeit einer besseren Wasserversorgung als ein Haupterforderniss für die Stadt anerkannt war, welches Bedürfniss aber erst in einem spätern Jahre befriedigt wurde. Ferner zeigen die in neuester Zeit noch von v. Scherer ausgeführten Untersuchungen[1]) des Wassers aus zahlreichen Pumpbrunnen, dass dieses Wasser in Würzburg durchschnittlich viel unreiner als in München ist; aber trotzdem keine Cholera.

Einfluss des Trinkwassers auf Choleraepidemien.

Ich glaube, dass hier der beste Platz sei, auch das zu besprechen, was Virchow S. 60 über den Einfluss des Trinkwassers überhaupt sagt: „Während Pettenkofer die Bedeutung desselben von vorneherein sehr gering veranschlagt hat, ist eine immer grössere Zahl von neuen Beobachtungen hinzugekommen, so dass man in London immer weniger Werth auf die Grundwassertheorie legt.“

Diese Stelle könnte so verstanden werden, als brächten die Thatsachen in England aus der neuesten Zeit mit jedem Tage mehr Bestätigungen für die vom Jahre 1848 bis 1854 und auch noch später dort sehr häufig gewordene Ansicht, es erfolge die Verbreitung der Cholera wesentlich durch Trinkwasser. In England traten viele in die Zeit der neuen dritten Invasion der Cholera von 1865 mit der Ueberzeugung ein, vom praktischen Standpunkte aus sei die ganze Frage über die Verbreitungsart der Cholera weiter nichts mehr als eine Trinkwasserfrage. Aber gerade seit 1865 sind in England schlagende Thatsachen festgestellt und bekannt geworden, die den alleinseligmachenden Trinkwasserglauben nicht nur tief

1) Verhandlungen der physikal. medicin. Gesellschaft von Würzburg 1868. Neue Folge, I. Bd., S. 87. Ueber einige Verhältnisse der Würzburger Brunnenwässer.

erschüttert, sondern für die Mehrzahl der Fälle geradezu unmöglich gemacht haben. Ich möchte desshalb gerade das Gegentheil von dem behaupten, was Virchow zu behaupten scheint.

Betrachten wir zunächst einen Augenblick die Resultate der Trinkwassertheorie bei der letzten Epidemie in Ostlondon, von der Virchow S. 61 sagt: „Die Epidemie von 1866 traf ganz vorwiegend das Wasserfeld der East London Company und es wurde festgestellt, dass diese Gesellschaft in die Old-Ford-Works, von wo die Vertheilung des Wassers erfolgte, das unreine Wasser des Leaflusses und eines stagnirenden Reservoirs unfiltrirt eingelassen hatte."

Ich nehme die Thatsachen einstweilen ganz so, wie sie Radcliffe berichtet und halte mich genau an seine grosse Karte, welche John Simon seinem ausgezeichneten 9. Berichte beigegeben hat. Radcliffe scheidet das ganze Röhrennetz der East-London-Water-Company in 3 Abtheilungen, in die Abtheilung A, in welche allein das unfiltrirte Wasser gekommen sein soll, in die Abtheilung B, in welche es nicht gekommen ist, und in die Abtheilung C, wo die beiden Wasser nebeneinander zur Verwendung kamen.

Ich will ganz davon absehen, dass nicht darauf untersucht worden ist, ob sich für die Abtheilung B des Ostlondner Wasserfelds keine ähnliche Möglichkeit wie bei A hätte auffinden lassen, wenn auch in ihr die Cholera epidemisch aufgetreten wäre, ob sich da nicht auch etwas hätte finden lassen, was nicht immer ganz in Ordnung, ja was gerade zur kritischen Zeit in Unordnung gewesen. Ich erblicke auf der musterhaften Karte von Radcliffe nichts, als einen der schlagendsten und unwidersprechlichsten Beweise gegen den Einfluss des Trinkwassers, und selbst nach den beiden möglichen Seiten hin, sowohl als habe der Genuss des Wassers A von Oldford die Bevölkerung von Ostlondon zur Cholera disponirt, als auch gegen die Annahme, es sei ihr im Wasser ein Cholerakeim zugeführt worden, dessen Genuss beim Trinken Cholera verursacht hätte. Wenn man die Karte betrachtet, welche John Simon seiner Zeit auch bei der Choleraconferenz in Weimar mittheilte, und die vereinfacht den gedruckten Verhandlungen der Conferenz beigegeben wurde, so sieht man sofort, dass der Fluss Lea das

ganze Wasserfeld der Compagnie in zwei ziemlich gleiche Theile theilt, das rechte Ufer des Lea wird von den Abtheilungen A und B, das linke Ufer nur von der Abtheilung A versorgt. Auf dem rechten Ufer trifft sichs nun, dass der tiefer liegende Theil von Ostlondon mehr von der Abtheilung A, der höher liegende mehr von der Abtheilung B mit Wasser versorgt wird, und man kann sich fragen, trifft die Cholera mehr mit der örtlichen Lage, mit Häuserfeldern, oder mehr mit der Qualität des Wassers von A und B, mit Wasserfeldern, zusammen? In England wurde anfänglich, gleichsam traditionell, das letztere als das wahrscheinlichere vorgezogen. Gut! Ich frage nur, ob diese Voraussetzung auch eine weitere Bestätigung findet? Die Antwort ist: Nein!

Wenn in Bromley, Poplar, Stepney und Limehouse das Wasser von A an der Epidemie und in Hackney, Homeston und Lower Clapton das Wasser von B an der Immunität Schuld ist, warum bleibt Stamford-Hill, was nur von A, warum Upper-Clapton, was von A und B gemeinsam versorgt wird, eben so frei, wie die nur von B versorgten Häuserfelder? Wirft man nun erst gar einen Blick auf das linke Lea-Ufer, so müssen die Anhänger der Wassertheorie mit Schrecken wahrnehmen, dass hier das ganze Wasserfeld nur von A versorgt wird und die Cholera trotzdem nur in ein paar vereinzelten Strichen, und auch da verhältnissmässig gelinde auftritt. Bei Stamford-Hill, am rechten Lea-Ufer, kann man noch sagen, dass da das Wasser von A nicht geschadet habe, weil dieser Stadttheil von einer reicheren Klasse Menschen bewohnt ist, weil er bis 97 Fuss über dem Hochwasserpegel liegt etc., — was will man aber sagen, dass am linken Ufer auch Northwoolwich und Silvertown trotz des Wassers von A und trotz seiner zahlreichen Arbeiter- und Armen-Bevölkerung und trotz seiner Lage unter 0 Hochwasserpegel frei geblieben ist?

In Limehouse, mitten im Hauptcholerafelde von Ostlondon, lag 1866 eine Armenschule mit 400 Kindern (Ninth Report by John Simon p. 321), welche Anstalt ihr Wasser direkt aus der Hauptröhre von Old Ford (A) bezog. Unter dieser grossen Anzahl von Kindern ereignete sich kein einziger Cholerafall und der Arzt der Schule, Mr. James Titwell Hawkins, schreibt das Verschont-

bleiben dem reichlichen und unbehinderten Genuss dieses Wassers zu. Radcliffe und Whitaker haben nachträglich an der Stelle, wo die Schule erbaut ist, einen wesentlichen Unterschied in der Bodenbeschaffenheit von der so stark ergriffenen Umgebung nachgewiesen.

Die Wissenschaft ist John Simon zu grossem Danke verpflichtet, dass er die Ausbreitung der Cholera am Faden der Wasserversorgung mit solcher Genauigkeit bis ins Einzelne verfolgen liess, das Resultat aber zwingt zur Ueberzeugung, es sei Zeit, von der durch Snow begründeten Richtung endlich abzugehen. Auch negative, aber unzweideutige Resultate haben ihren grossen Werth. John Simon, der seine zahlreichen und wichtigen praktischen Aufgaben stets auch mit dem Auge des Naturforschers betrachtet hat, war nie ein ausschliesslicher Anhänger der Trinkwassertheorie. Er hat diess auch bei der Choleraconferenz in Weimar offen ausgesprochen (S. Verhandlungen S. 18), und erklärt, dass bei der Epidemie in Liverpool z. B. das Trinkwasser nicht in Betracht komme. Dasselbe hat Dr. Parkes für Southampton nachgewiesen, wo das Wasserfeld 1866 für die ganze Stadt das gleiche war, wo sich aber die Cholera auf einige der tiefst gelegenen Häuserfelder beschränkte. In der Irrenanstalt der Grafschaft Devon beschränkte sich die Cholera auf die männliche Abtheilung, während sie die weibliche gänzlich verschonte, und beide Abtheilungen trinken ein und dasselbe Wasser aus dem einzigen im Orte vorhandenen artesischen Brunnen. In Malta ist nachgewiesen, dass bei dem letzten heftigen Ausbruch der Cholera (1865) das Wasser jedenfalls nicht betheiliget gewesen sein konnte (Sutherland) u. s. w. Dass in gewissen Wasserfeldern die Cholera bald mehr, bald weniger, bald gar nicht auftritt, daran ist der Genuss des in den Röhren fliessenden Wassers vielleicht immer so unschuldig, als er es in Stamford-Hill und Silvertown, als er es in Liverpool und Southampton und in Malta gewesen ist. Die Verschiedenheit gewisser Wasserfelder trifft meistens mit einer Verschiedenheit auch in der örtlichen Lage zusammen, mit einer Verschiedenheit der Häuserfelder. — Es verhält sich damit ganz ähnlich so, wie mit dem oft intensiven Auftreten von Cholera und Typhus in der Nachbarschaft gewisser

Brunnen, wo man auch so gerne annimmt, das Trinken des Wassers müsse Ursache sein, während nicht bedacht wird, dass die Qualität des Wassers in den gegrabenen Brunnen eben nur ein Anzeichen für die Beschaffenheit des Bodens der nächsten Umgebung ist. — Die Beispiele, wo nach der Absperrung solcher Brunnen die Krankheit nachlässt, beweisen nichts, da ihnen eine viel grössere Anzahl von Beispielen gegenübergestellt werden kann, wo die Krankheit ebenso nachlässt, ohne dass die Brunnen ausser Gebrauch gesetzt worden. Es fehlt auch stets der Nachweis, dass diese Brunnen vor und nach dem Auftreten der Krankheit Wasser von besserer, überhaupt anderer Qualität geliefert hätten, als zur Zeit des Ausbruchs der Krankheit.

Ich habe bei Gelegenheit der Altenburger Epidemie einen in dieser Beziehung lehrreichen Fall mitgetheilt.[1]) Im Versorgungshaus von Altenburg verlief während meiner Anwesenheit ganz am Schlusse der Epidemie noch eine schauerliche Cholera-Explosion. Unmittelbar darnach erfolgte ein nicht minder schrecklicher Ausbruch in einem in der Nähe gelegenen einzeln stehenden Hause an der Zeitzer Strasse. Fast alle Einwohner erkrankten, und von den Erkrankten starben $^3/_4$. Die Leute in dem Hause an der Zeitzer Strasse schwuren darauf, sie hätten sich die Krankheit vom Versorgungshaus geholt, mit dem sie übrigens nicht im geringsten einen andern Verkehr gehabt hätten, als dass sie dort von dem ausserhalb der Anstalt befindlichen Brunnen das Trink- und Speisewasser geholt hätten. Das sah doch der Geschichte des Brunnens von Broadstreet in London sehr ähnlich. Und doch musste der Genuss dieses Wassers von aller Schuld freigesprochen werden. Ganz in der Nähe, aber seitlich und höher gelegen, befindet sich eine grosse Meierei, von mehr als 30 Personen, grossentheils Dienstboten, bewohnt, die gleichfalls nur von diesem Wasser vom Versorgungshaus tranken, aber ohne dass sich nur eine Diarrhöe unter ihnen zeigte.

Ich erinnere ferner an das Ergebniss meiner Untersuchungen über den Einfluss verschiedenen Trinkwassers auf die Ausbreitung der Cholera in München im Jahre 1854, die ich mit grosser Vor-

1) Zeitschrift für Biologie Bd. II S. 87.

liebe und selbst mit einem für die englische Hypothese damals noch sehr günstigen Vorurtheile unternahm,[1]) die aber mit einem entschieden negativen Resultate endigte. Die Wasserverhältnisse in München lagen für eine vergleichende Untersuchung äusserst günstig, viel günstiger, als in allen aus englischen Städten bekannten Beispielen. Unter diesen Umständen wird mir Virchow wohl selbst beistimmen, wenn ich neue und unzweideutigere Belege für den direkten Einfluss verschiedenen Wassergenusses verlange, als worauf er sich berufen hat.

Virchow scheint die kritischen Nachweisungen nicht näher zu kennen, welche Dr. Letheby in den Sitzungen der Metropolitan Association of Medical Officers of Health am 21. März und 18. April 1868 über den Verlauf der Cholera in London mit Rücksicht auf die Wasserversorgung zum Vortrag brachte[2]), und deren Resultat in dem Satze gipfelt: „Wenn irgendwo die Annahme bestanden hätte, dass es irgend einen Zusammenhang zwischen Cholera und Gasleitung gäbe, so liesse sich dieselbe thatsächliche Coincidenz in Bezug auf die Commercial-Gas-Company nachweisen, wie in Bezug auf die East-London-Waterworks-Company, wo noch die Thatsache hinzukäme, dass der erste Cholerafall in der Gasfabrik sich ereignete."

Diese Verhandlungen, welche zwei Sitzungsabende in Anspruch nahmen, und denen auch Dr. Radcliffe und andere Anhänger der Trinkwassertheorie beiwohnten, sind bisher in Deutschland nicht bekannt geworden; ich halte es deshalb für nothwendig, das wesentlichste davon ausführlich mitzutheilen. Dr. Letheby sagte: „Die angeführte Verunreinigung des Wassers beruht auf einer Reihe von Annahmen, von denen viele im höchsten Grade unwahrscheinlich sind. Es ereignete sich, dass zwei Cholera-Todesfälle am 27. Juni zu Bromley, unmittelbar in der Nachbarschaft der East-London-Waterworks vorkamen, doch weit entfernt vom Orte ihres Wasserbezugs; und es wird angenommen, dass die Darmentleerungen der beiden kranken Personen in den Abtritt geschüttet

---

1) Untersuchungen und Beobachtungen über die Verbreitungsart der Cholera S. 53.

2) Journal of Gas Lighting, Water Supply and Sanitary Improvement. Vol. XVII, Nr. 404, p. 257 and 276, Nr. 406, p. 330 and 340.

wurden und ihren Weg durch die Siele in den Fluss Lea fanden, wo sie verdünnt durch eine grosse Masse Wasser stromaufwärts gingen[1]), und gegenüber einem offenen, aber selten gebrauchten Reservoir der Wasser-Gesellschaft anlangten; ferner wird angenommen, dass sie dann durch ein dickes Ufer sickerten und so Zutritt zum Wasser in dem unbedeckten Reservoir bekamen; dass an einem bestimmten Tage etwas von diesem Wasser in das bedeckte Reservoir gelassen wurde, aus dem die öffentliche Leitung gespeist wurde und dass es dann in den von der Gesellschaft versorgten Distrikten vertheilt wurde. Aber wenn des Beweises halber auch zugegeben würde, dass sich all dies in Wirklichkeit so verhielt, so würde es doch ein sonderbares mathematisches Problem sein, was der Grad der endlichen Verdünnung war, nachdem der Darminhalt in die Siele, dann in den Fluss Lea, dann in's offene Reservoir und zuletzt in's bedeckte Reservoir gelangte, denn es wird nicht vorausgesetzt, dass die Choleraausleerungen als solche in das bedeckte Reservoir gebracht wurden, sondern dass nur ein kleiner Theil von jeder der allmäligen Verdünnungen mit immer grösseren und grösseren Mengen Wasser sich mischte.“

„Abgesehen jedoch von den Unwahrscheinlichkeiten dieser Annahmen ist es Thatsache, dass das Wasser, von dem man sagt, dass es auf diese Art verunreinigt worden ist, seine Wirkungen in den Distrikten, die damit versorgt waren, durchaus nicht in einer Weise zeigte, die auf eine gewisse Gleichheit der Zeit und Stärke schliessen liessen. Man denke sich, um die Sache durch ein Beispiel zu erläutern, dass Alkohol oder Arsenik mit dem Wasser gemischt und dies an einem bestimmten Tage dem Publikum vertheilt worden wäre, so sollte man erwarten zu sehen, dass sich die Wirkung des Giftes nicht nur zur selben Zeit in dem ganzen Distrikt der Leitung zeigte, sondern auch, dass es auf diesen Distrikt beschränkt bliebe. Aber nicht so mit dem fraglichen Wasser, denn obwohl nicht angeführt ist, dass es öfter als einmal

1) Die Situation der ersten beiden Cholerafälle und der Reservoire von Old-Ford ist in der Karte deutlich zu sehen, die den Verhandlungen der Weimarer Choleraconferenz beigegeben ist. Die beiden ersten Cholerafälle, von denen die Verunreinigung der Wasserleitung herrühren sollte, sind mit einem schwarzen Ringe eingefasst.

verunreinigt worden ist, so zeigten sich die ersten Wirkungen in den verschiedenen Distrikten in langen Zwischenräumen; und es gab viele Plätze, nach denen es vertheilt wurde, wo es keine Spur von Krankheit gab, während andere, welche dieses Wasser nicht empfingen, ernstlich ergriffen waren."

„Die Zeiten des Ausbruches der Krankheit in den mit dem Ostlondon-Wasser versorgten Distrikten waren folgende: Bromley, 27. Juni; Poplar und Bethnal-Green, 30. Juni; Shoreditch und Mile-End, 7. Juli; Whitechapel, Stepney und St. George's-in-the-East, 14. Juli, und Ost-London-Sprengel, 28. Juli. Somit verstrich ein Monat zwischen dem ersten Auftreten in den verschiedenen Distrikten. Ueberdies ist bemerkenswerth, dass, während die Krankheit so heftig in manchen Distrikten auftrat, sie ganz machtlos in anderen war. Die Sterblichkeit z. B. von Bethnal-Green war 63 auf 10,000 Einwohner, Whitechapel 78; Poplar 85; und St. George's-in-the-East 93; während die Distrikte von Stamford-Hill, Upper-Clapton, Walthamstow, Woodford, Wanstead, Leytonstone, Buckhurst-Hill, North-Woolwich und Silvertown gänzlich unberührt von der Krankheit blieben, obschon sie das nämliche Wasser und zur selben Zeit empfingen."

„Noch bemerkenswerther ist, dass es ganz im Herzen des Cholerafeldes und ganz nahe daran Plätze gab, wo die Bewohner dasselbe verdächtige Wasser erhielten und reichlich benutzten, ohne im geringsten davon zu leiden. In der Limehouse-Schule, um welche rings die Cholera schrecklich tödtlich war, waren 400 Kinder, welche dasselbe Wasser wie ihre Nachbarn tranken und doch gab es nicht einen Fall von Diarrhöe unter ihnen. In dem London-Hospital, welches gleichfalls mitten im Cholerafeld liegt, denn es ist von den Distrikten Whitechapel, Bethnal-Green, Mile-End, Old-Town und St. George's-in-the-East umgeben, befand sich im Durchschnitte eine Bevölkerung von 463 Personen, und, obschon sie unbehindert von dem unfiltrirten Ostlondon-Wasser tranken, kam doch kein einziger Krankheitsfall vor." [1])

1) Diese Angabe wurde von Andern später dahin berichtiget, dass im London-Hospital wohl mehrere vom Wartpersonal Cholera hatten, aber es entwickelte sich trotzdem keine Haus-Epidemie.

„In dem östlichen Theil der City von London, welcher sich an das Cholerafeld anschliesst, wurde das verdächtige Wasser 161 Häusern mit einer Bevölkerung von 1732 Personen geliefert, aber mit Ausnahme eines einzigen Hauses (20, Somerset-Street), welches an der Gränze von Whitechapel liegt, gab es nicht einen einzigen Choleratodesfall."

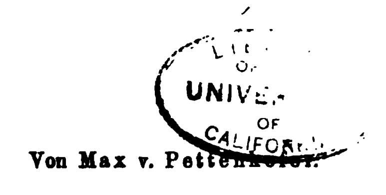
„Aber nebstdem war die Krankheit besonders stark an Plätzen, wo das verdächtige Wasser niemals gebraucht wurde. In Crown-Court, Blew Anchor-Yard in Whitechapel, wo die Wasserleitung vom New-River ist, war die Sterblichkeit 284 auf 10,000. In Boar's Head-Yard, im nämlichen Distrikt, welcher gleichfalls vom New-River versorgt wird, war die Sterblichkeit 193 auf 10,000 und in der That es gibt noch 18 Höfe (Courts) in Whitechapel, wo kein Ostlondon-Wasser gebraucht wurde, und doch kamen unter ihrer Bevölkerung von 4351 Personen 30 Todesfälle an Cholera vor, was einer Mortalität von 69 auf 10,000 entspricht, während sie im ganzen Distrikte nur 77 betrug."

„Noch ein solches Beispiel ist der Fall von City of London Union zur Bow. In der Mitte des Cholerafeldes litt es ebenso wie die ganze Nachbarschaft, denn von 765 Einwohnern verlor es 27 an der Krankheit, was eine Sterblichkeit von 353 auf 10,000 ausmacht. Aber während der ganzen Zeit gebrauchten die Bewohner kein anderes Wasser, als das aus einem tiefen artesischen Brunnen, welches bei der Analyse gut und gesund befunden wurde."

Die Schlüsse, welche Dr. Letheby aus diesen Thatsachen gegen die Berechtigung der Trinkwassertheorie gezogen hat, verstehen sich von selbst, es kann nur noch interessiren, was die Anhänger der Trinkwassertheorie diesen Thatsachen von Letheby entgegenstellen konnten. Der Eindruck des Vortrages von Letheby muss gross gewesen sein, denn der Vorsitzende erklärte: „he was sure that he only expressed the opinion of the meeting in recording a vote of thanks to Dr. Letheby for the admirable paper, which he had read."

Was hatte Dr. Radcliffe darauf zu erwidern? Um nicht partheiisch zu erscheinen, will ich auch seine Erwiderung mittheilen, obwohl sie an den Thatsachen von Dr. Letheby nicht das min-

deste zu ändern vermag: „Es schiene ihm (Radcliffe), dass ein Vortrag, welcher die Frage der Wasserleitung in Verbindung mit der letzten Epidemie besprechen wollte, sich mehr mit den Thatsachen des Vorfalls befassen sollte, über die Dr. Letheby hinwegzugehen schiene. Als er (Radcliffe) seine Untersuchungen für den Staatsrath (Privy Council) anfing, war die Fragestellung folgende: Obwohl es bisher allgemein angenommen wurde, dass zwischen dem Auftreten von Epidemien und den Trinkwasserleitungen ein gewisser Zusammenhang bestehe, so behauptete der Ingenieur der Ostlondon-Gesellschaft doch bestimmt und mit Vorbedacht, dass unter keinerlei denkbaren Umständen ein von Choleragift verunreinigtes Wasser von ihren Werken aus vertheilt worden sein konnte; dass die Reservoirs zu Old-Ford frei von aller Verunreinigung seien, und dass von diesem Platze aus zu keiner Zeit etwas anders in Ostlondon, als reines Wasser zur Vertheilung gekommen sei. Diese Behauptung schien ihm den Gedanken an einen möglichen Zusammenhang des Wassers mit der Epidemie zu beseitigen, und er ging unter diesem Eindruck an die Untersuchung. Seine Untersuchung war eine Untersuchung von Thatsachen, die, bis zur Erschöpfung jeder möglichen Quelle der Krankheit verfolgt, ihn zuletzt wieder zur Wasserleitung als einzige Ursache zurücktrieb. Nachdem er zu diesem Schluss gelangt war, sah er Mr. Greaves, den dirigirenden Ingenieur, legte ihm die Thatsachen vor und besprach sie mit ihm. Da kam das sehr wichtige Zugeständniss, dass an einem bestimmten Tage, etwa 14 Tage vor dem Beginn des Ausbruches in Ostlondon, aus einem besonderen Grunde, unreines Wasser von einem bestimmten unbedeckten Reservoir, welches einer Verunreinigung vom Flusse Lea zugänglich ist, in das Dienst-Reservoir gelassen und von da aus vertheilt wurde. Die ersten unzweifelhaften Fälle von asiatischer Cholera in London waren die zwei Fälle in Priory-Street, Bow. Sie waren der Ausgangspunkt der Nachforschungen für ihn und andere Herren. Seine eigenen Forschungen erstreckten sich auf sechs Besuche, während welcher er jedes Glied der Familie und Jedermann sah, der irgend etwas mit den Patienten zu thun hatte. Das Resultat steht fest, dass sie an Cholera starben; dass ihre Ausleerungen,



welche viel betragen hatten, in den Abtritt geschüttet und mit Wasser reichlich hinabgespült wurden. Die Verbindung des Abtritts mit dem Leaflusse wurde auf der ganzen Strecke besichtiget, und es konnte kein Zweifel sein, dass 24 Stunden nach dem Tode dieser Personen die Ausleerungen in den Fluss gelangten. Dr. Letheby hätte gesagt, dass sie stromaufwärts hätten gehen müssen. Aber an dieser Stelle ist der Lea ein gesperrter Strom, die Fluth hatte Zutritt und schwemmte die im Wasser enthaltenen Stoffe aufwärts. Zur Zeit der Ebbe wurden die Stauschleussen geschlossen und es floss nur das Ueberwasser über das Wehr. Der Lea war die allgemeine Cloake für diesen Distrikt. Das Wetter war zu dieser Zeit sehr heiss, und diese Excremente wurden zur schlimmsten Zeit in den Fluss gegossen. Er glaube, es sei wohl anzunehmen, dass der Fluss gerade gegenüber den Ostlondon-Wasserwerken ganz erträglich mit Choleragift beladen war. Konnte es in die Reservoirs gelangen? Es wurde die Vermuthung aufgestellt, dass irgendwo ein Bruch oder eine Spalte zwischen dem alten und dem Dienstreservoir sein könnte. Das wurde nicht bestättigt. Wenn die Schleussen zwischen dem Dienst- und dem unbedeckten Reservoir geöffnet waren, konnte das Wasser vom Leaflusse kommen. Aber diese Ansicht wurde bei Seite gelegt. Was die unbedeckten Reservoire betrifft, so waren sie im Geröll gegraben. Die Höhe der Fluth war 2 oder 3 Tage 3 Fuss über dem Spiegel der Reserven. Als Captain Tyler später die bedeckten Reservoire untersuchte, die sorgfältig cementirt waren, fand er eigenthümliche Undichtigkeiten. Wenn er (Radcliffe) daher gefunden habe, dass der Leafluss zu einer bestimmten Zeit verunreinigt wurde, dass die Reserve, aus der das unreine Wasser genommen worden war, einer Verunreinigung vom Flusse her ausgesetzt war, so erschien es ihm äusserst wahrscheinlich, dass da irgend ein Zusammenhang zwischen der Wasserleitung und dem Ausbruch der Krankheit bestand. Es war vollständig klar, durch die Lokalisation der Krankheit, dass die Vertheilung dieses Wassers nicht jedem Theil des Distriktes gemeinsam war. Mr. Greaves gestand zu, dass zu dieser Zeit den aussenliegenden Theilen des Distriktes filtrirtes Wasser zugeführt wurde. Der wichtigste Grund, der gegen seine

(Radcliffe's) Gründe noch vorgebracht worden sei, sei der von Herrn Orton, dass einige Theile des Distriktes der Cholera gänzlich entgangen sind. Er könnte sich keine Möglichkeit denken, als dass da das Wasser eben nicht afficirt war. Mr. Orton muthmaasste, dass der schmutzige Zustand mancher Theile von Ostlondon am Ausbruch Schuld sei, und dass der Schmutz eine wichtige Rolle in der Erschwerung der Krankheit in diesen Stadttheilen spielte, könne nicht der geringste Zweifel sein."

Wenn man die Zahl und das Gewicht der Thatsachen von Letheby in die eine Wagschale legt, und die von Radcliffe in die andere, wird man sie so ungleich schwer finden, dass es ganz begreiflich ist, warum Radcliffe's Worte nicht mehr ziehen konnten.

Darnach sprach noch Mr. Orton, „der ganz mit Dr. Letheby darin übereinstimmte, dass die Wasserleitung nichts mit den Ursachen der Epidemie zu thun habe."

Herr Hawksley theilt eine Reihe von Beispielen aus andern Städten und Gegenden Englands mit, die schon von jeher dafür sprachen, dass das Wasser überhaupt nicht den supponirten Einfluss haben könne. Das interessanteste ist jedenfalls Birmingham an der Tame. Zu einer Zeit (1849), wo in Wolverhampton, Bilston, Wednesbury und Walsall, die alle an der Tame, aber weiter oben liegen, die Cholera so heftig wüthete, dass man ausserhalb der Stadt in Zelten campirte, und wo fast alle Cholerastühle in den Fluss kamen, wurde die grosse Stadt Birmingham direkt aus der Tame durch ein Pumpwerk mit Wasser versorgt, und doch kam nur ein einziger Choleratodesfall in der ganzen Stadt vor, und selbst das war ein eingeschleppter.

Mr. Jabez H. Ogg bemerkte, dass es noch viel über die Pilztheorie zu sagen gäbe, aber er wäre der Meinung, dass es mit der Trinkwassertheorie aus sei, „that the water theory would no longer hold water".

In der folgenden Sitzung wurde die Debatte über Letheby's Vortrag fortgesetzt, aber alle seine Thatsachen blieben unwidersprochen stehen. Einige wagten nur noch so viel zu Gunsten der Wassertheorie zu sagen, dass man das Kind nicht sofort mit dem Bade ausschütten soll, man hätte doch früher so fest daran ge-

glaubt, man erinnerte an den bekannten Fall mit der Lambeth und Vauxhall Company in den Jahren 1849 und 1854, die 1849 beide an der gleichen Stelle der Themse schöpften, deren Wasserfelder sich sehr nahe lagen, und 1849 auch gleich stark litten, hingegen 1854 sehr ungleich, nachdem die Lambeth Company ihre Bezugsquelle Themse-aufwärts verlegt hatte. 1854 kam viel weniger Cholera auf ihrem Wasserfelde vor, als auf dem der Vauxhall Company.

Jedermann wird hieraus wohl entnehmen müssen, dass nicht die *neuen* Thatsachen, sondern nur mehr diese alte Thatsache gegenwärtig noch für die Wassertheorie spricht, dass sie ihr letzter Halt sei, und dass auch dieser letzte Anker bedenklich zu reissen drohe. Auch was später in einem Berichte von Dr. W. *Farr*, dem Generalregistrar und eifrigsten Vertheidiger der Trinkwassertheorie, und seinen Anhängern noch erschienen ist, vermag den von *Letheby* angeführten Thatsachen nicht das mindeste von ihrer entscheidenden Bedeutung zu nehmen, selbst nicht die Hypothese, dass sich die Cholerakörperchen im Wasser ungleich vertheilt, und sich vielleicht in den Röhren abgesetzt hätten, bis sie den Weg nach Stamfordhill und North-Woolwich zurückgelegt; denn da hätten sie sich schon viel früher im Leaflusse oder während sie durch das dicke Ufer des unbedeckten Reservoirs sickerten, absetzen müssen. Alles, was in den Spalten der Medical Times, deren Redaktion offenbar nicht Partei gegen die officiell gewordene Trinkwasserhypothese nimmt, nach dem denkwürdigen Tage vom 21. März 1868 noch gesagt wurde, kann nur den Eindruck einer verlorenen Schlacht und eines Rückzuges machen, während dessen noch einige Salven gegeben werden — soviel dürfte jedem ausserhalb des Kampfes Stehenden klar sein, dass die Vertheidiger der Trinkwassertheorie das Schlachtfeld in London nicht behaupten konnten, sondern es ihren Gegnern räumen mussten.

Ich gestehe, dass mir diese Thatsache von 1849 und 1854 selbst gegenüber meinen eigenen, stets negativen Erfahrungen doch vom Anfang an imponirt hat, und dass ich sie auch jetzt noch nicht gerne für einen blossen Zufall ansehen möchte, wie es in England schon vielfach geschieht. Es könnte zwar sein, dass sich die

Wasserfelder der beiden Gesellschaften damals wie das rechte und linke Ufer eines Flusses der Cholera gegenüber verhalten hätten, wo es vorkommt, dass einmal beide Ufer gleich stark leiden, bei einer kommenden Epidemie nur das eine oder andere. Dass solche Unterschiede zwischen zwei Ufern selbst bei ganz gleichem Wasserbezuge vorkommen, hat sich eben in Ostlondon gezeigt, wo das rechte Ufer des Lea der Hauptsitz der Epidemie ist, während das linke Ufer nur auffallend schwach berührt wird, obschon die Wasserleitung für das linke Ufer dieselbe ist, wie für den epidemisch ergriffenen Theil des rechten Ufers. Und so hätte es auch kommen können, dass in einer früheren Zeit die beiden Ufer bei gleichem Wasserbezug einmal gleich von Cholera ergriffen gewesen wären. Das wäre etwa so ein Fall, wie ihn die Vauxhall- und Lambeth-Compagnien 1849 und 1854 geboten haben könnten.

Doch könnte ich mir von einem andern Standpunkte, als dem des Wassertrinkens aus, der Angesichts der letzten Epidemie in London jedenfalls aufgegeben werden muss, immer noch denken, wie sich reines und unreines Wasser in verschiedenen Quartieren auch bei Choleraepidemien bemerklich machen könnte, und das ist derselbe Standpunkt, den ich schon bei Abfassung des bayerischen Cholerahauptberichtes vor mehr als 10 Jahren gerade bei Besprechung dieser Thatsache eingenommen habe. Ich habe Seite 335 gesagt: „Der erste Gedanke, der hiebei auftaucht, ist, dass das Trinken des unreineren Wassers die so auffallend erhöhte Sterblichkeit" hervorgebracht habe. Ich würde nicht den geringsten Anstand nehmen, dieser Ansicht zu sein, hätte ich nicht zahlreiche Erfahrungen dafür, dass die Bevölkerung manchen Ortes und mancher Häuser beim vorzüglichsten und reinsten Quellwasser in Folge anderer örtlicher Einflüsse in einem viel höheren Grade von Cholera zu leiden hatte, als selbst die mit Southwark- und Vauxhall-Wasser versorgten Häuser zu London, während andere Orte mit unsauberem Cisternenwasser frei ausgingen, — oder wenn ich nicht so vielfach erfahren hätte, dass der etwas grössere oder geringere Zusammenfluss von mehr oder minder verunreinigtem Wasser im Untergrunde der Gebäude (z. B. in muldenförmigen Lagen etc.) die Heftigkeit der Cholera in einzelnen Häusern bedeutend zu steigern

im Stande sei, ohne dass es nothwendig ist, von solchem Wasser zu trinken. . . . Was ich bei den Untersuchungen über den Einfluss des Londoner Trinkwassers wesentlich vermisse, ist, dass man fast nur die örtliche und nicht zugleich auch die zeitliche Entwicklung der Krankheit in den mit gleichem Wasser versorgten Strassen und Häusern ins Auge gefasst hat. Hätte man auch die Zeit berücksichtiget, so würde man gefunden haben, dass der Genuss des Vauxhallwassers in manchen Strassen und Häusern erst viele Wochen später verderbliche Wirkungen geäussert hätte, als in anderen.“

Wie richtig meine damalige Anschauung war, hat nun die Untersuchung von Letheby über die Cholera in London 1866 bewahrheitet, indem der Ausbruch der Epidemie in Bethnal-Green auf den 30. Juni, der Ausbruch in East-London-Union auf den 28. Juli fiel.

Ich habe auf Seite 337 des nämlichen Hauptberichtes ferner gesagt: „Falls wir also Gründe haben, einen Einfluss auf die heftigere Entwicklung der Cholera in einzelnen Häusern von einer Steigerung organischer Processe in dem porösen und feuchten Boden derselben abzuleiten, so sind wir durchaus nicht gezwungen, den in London constatirten Einfluss des Wassers von verschiedener Reinheit lediglich oder auch nur vorzugsweise auf den Genuss solchen Wassers zu beziehen.“

Ich fühle mich gezwungen, bei dieser Gelegenheit hervorzuheben, dass diese meine vermittelnde Anschauung, die ich auf der Choleraconferenz in Weimar noch vertreten und nach zwei verschiedenen Möglichkeiten hin zu interpretiren gesucht habe (siehe deren Verhandlungen S. 55 und 56), im Verlaufe der Epidemie im Jahre 1866, wie sie erst später Letheby dargestellt hat, vergebens nach einer Stütze sucht, indem da nicht wie 1849 und 1854 beständig unreines Wasser vertheilt wurde, sondern nur momentan, und ebenso grosse Distrikte, die dieses momentan verunreinigte Wasser empfingen, frei geblieben, als ergriffen worden sind, und indem auch andere Stadttheile, welche anderes Wasser bezogen (z. B. von der New-River-Company und aus einem artesischen Brunnen), aber im örtlichen Choleragebiet lagen, auf das heftigste ergriffen worden sind. — Ich gestehe, dass ich jetzt viel mehr als früher

befürchte, dass der Einfluss des Wassers der Vauxhall- und Lambeth-Company auf die Epidemieen von 1849 und 1854 doch ein Trugschluss war, so plausibel er auch aussah. Er erscheint mir jetzt nur mehr wie das letzte Entwicklungsstadium, wie die letzte Erscheinungsform des veralteten Begriffes vom Contagium, die den Uebergang zu einem neuen Standpunkt zu vermitteln hatte. Man glaubte daran, weil die Thatsachen zwangen, neben dem Cholerakeim auch noch eine örtliche und zeitliche Disposition als unerlässlich anzunehmen, die man versuchsweise in das Trinkwasser verlegte.

Wenn die Trinkwasserhypothese nun auch fällt, so wurde sie sterbend doch noch zum Ausgangspunkt einer besseren Wasserversorgung für London und viele andere Städte, was nicht nur während Cholerazeiten, sondern immer für die allgemeine öffentliche Gesundheit von der grössten Bedeutung und von höchstem Nutzen ist. Die bisherigen Vertreter der Hypothese können mit diesem praktischen Resultate zufrieden sein und Niemand darf ihnen einen Vorwurf machen. Nachdem sich die Thatsachen so ergeben hatten und so gedeutet werden konnten, und nach dem damaligen Stande unsers Wissens so gedeutet werden mussten, wie es 1854 noch der Fall war, so hätte das oberste Gesundheitsamt von England geradezu wider Pflicht und Gewissen gehandelt, wenn es die Sachlage nicht benutzt hätte, um zu bewirken und durchzuführen, was auch ohne Cholera längst hätte geschehen sollen. Es ist traurig, in einem Berichte über den Vortrag von Dr. Letheby (a. a. O. 330) statt einer Anerkennung die Anklage zu lesen, man habe „im Jahre 1849 und 1854 nach Thatsachen gesucht, wie nach Stöcken, um damit auf die bösen Hunde von Wassercompagnieen zu schlagen." Diese Männer haben nach meiner Ansicht damals nur recht und redlich gehandelt, wenn sie dem öffentlichen Wohle gegenüber dem Eigennutze Einzelner zum Siege verholfen haben. Ja — es war ein harter Kampf mit den Wassercompagnieen, der desshalb entstand, weil die Wassercompagnieen ihre Pflicht, stets nur reines und gesundes Wasser zu liefern, nicht thun wollten: jeder Kampf braucht Waffen, und der Sieg in einer guten Sache bleibt ewig ehrenvoll, wenn auch die im besten Glauben ergriffenen Waffen den Sieg nicht überdauern und in Zukunft nicht mehr brauchbar sind.

Betrachtung der Choleraepidemie von 1866 in Ostlondon nach Boden- und Grundwasserverhältnissen.

Ich will die Cholerakarte von Radcliffe über die Epidemie von 1866 nochmal vor mich hinlegen und sie ohne alle Rücksicht auf die East-London-Water-Company und ihre Wasserbehälter bei Old-Ford oder Lea-Bridge betrachten, bloss als ein getreues und gewissenhaftes Bild einer thatsächlichen örtlichen Erscheinung. Das Hauptcholerafeld liegt in einem Dreieck, welches die Flüsse Themse und Lea von zwei Seiten, und eine Bogenlinie, die man sich vom Tower nach Old-Ford gezogen denken kann, begränzen. Der Boden besteht vorwaltend aus Geröll und Sand, stellenweise von Ziegelthon unterbrochen, das linke Leaufer zeigt zunächst dem Flusse vorwaltend angeschwemmten und Moorboden, der sich nahe der Einmündung des Lea in die Themse auch auf das andere Ufer herüberzieht und die India-Docks umfasst. Die Stellen des eigentlichen Cholerafeldes, wo sich die Fälle vom 27. Juni bis 21. Juli am meisten häuften, treffen alle auf den Geröllboden, auffallend weniger zeigt sich die Krankheit in Quartieren, welche innerhalb des Cholerafeldes auf Ziegelthon oder Moorboden liegen. Es ist möglich, dass eine genauere Untersuchung und Abgränzung der einzelnen Bodenschichten an der Oberfläche dieses Verhalten noch genauer hervortreten liesse. Unverkennbar spricht sich auch ein Einfluss der Erhebung über den Hochwasserpegel aus. Die grösste Intensität der Krankheit zeigt sich zwischen 36 und 3 Fuss Höhe, was über 36 liegt, wird von der Krankheit kaum, und auch was unter 3 liegt, nur wenig berührt. Das spricht sich ebenso deutlich an einem der höchsten Punkte (Stamford-Hill) 97 Fuss über, wie an einem der tiefsten Punkte (North-Woolwich) 10 Fuss unter Null aus, welche beiden Punkte mit dem nämlichen Trinkwasser von Old-Ford, wie das Hauptcholerafeld versorgt waren. Von Islington und Highbury zieht sich eine Anhöhe von Londoner Thon gebildet auf einer Seite gegen die Themse bis Black-friars' Bridge, auf der andern Seite gegen den Lea über Hackney und Old-Ford herab. Alle auf den Höhen des Londonclay liegenden Theile sind frei geblieben, und auch der höhere Theil der davon eingeschlossenen

und begränzten Kiesmulde. Eine Linie vom Endpunkte des Londonclay bei Blackfriars Bridge längs der Themse und eine Linie vom Endpunkte des Londonclay bei Hackney längs des Lea bis zur Vereinigung der beiden Flüsse umfasst das eigentliche Cholerafeld von Ostlondon in einer viel natürlicheren und vollständigeren Weise, als die Linien, welche die Ausdehnung der East-London-Water-Company angeben. Die von Londonclay eingefasste, meist aus Geröll gebildete Abdachung oder Mulde lässt sich als ein bis zu einem gewissen Grade für sich bestehendes Entwässerungsgebiet, für ein eigenes Grundwassergebiet, ähnlich wie einzelne Flussthäler oder Zweige derselben betrachten, die oft nur streckenweise Choleraepidemien zeigen, in der Regel in ihren unteren Theilen mehr, als in den oberen. Ein unbefangener Beobachter wird sich schwer von dem Eindrucke frei zu machen im Stande sein, dass dieser auf die blosse Oertlichkeit gegründete Ueberblick mehr natürlichen Zusammenhang verrathe, als der Ueberblick nach dem Wasserbezirke A. Es ist das auch nicht mir allein aufgefallen. Dr. Letheby hat sich in seinem vorhin mitgetheilten Vortrage sehr entschieden und unzweideutig meiner Ansicht angeschlossen. Er sagt S. 277: „Die Theorie von Pettenkofer ist, dass die wesentlichen Bedingungen für die kräftigen Aeusserungen der Krankheit ein poröser Boden, versehen mit Excrementenstoffen und von einem gewissen Grad der Durchfeuchtung sei, der sich einstellt, wenn das Grundwasser zurückgegangen ist oder allmälig sinkt. Alle diese Bedingungen stimmen ganz besonders mit der Lokalisation der Krankheit in den östlichen Distrikten von London zusammen, denn der Boden ist kiesig und desshalb sehr porös für Luft und Wasser und er ist reichlich versehen mit Excrementenstoffen, die von den örtlichen zeitweise durch die Fluth gesperrten Sielen kommen. Es ist auch bemerkenswerth, dass einige Monate vor dem Ausbruche der Krankheit das Grundwasser stufenweise sank, in Folge der Kanalisirungsarbeiten, welche für die Construction des neuen Hauptniedersieles und seines Zweiges bei der Hundsinsel nothwendig waren. Nach Pettenkofer sind es hauptsächlich diese Umstände, unter denen ein Distrikt am empfänglichsten für eine Cholerainfektion ist. . . . Alle Thatsachen ins Auge fassend, ist es deutlich sichtbar, dass, während

keine davon Pettenkofer's Theorie widerspricht, eine grosse Zahl in einem offenen und direkten Kampf mit der Trinkwasserhypothese ist."

Ich kann mir endlich nicht denken, wie sich die Anhänger der Trinkwassertheorie das Auftreten der Cholera in Indien vorstellen, in Orten, wo sie endemisch herrscht, wo Cholerafälle das ganze Jahr hindurch vorkommen, wo also immer einzelne Cholerastühle und Keime das Trinkwasser zu verunreinigen im Stande sind. Warum mischen sich diese Stühle dort in gewissen Monaten dem Trinkwasser viel mehr bei? Ebenso unmöglich scheint es mir, vom Trinkwasser aus die thatsächliche Ausbreitung der Epidemie von 1854 in Bayern zu erklären. Jeder wird von dem Versuche abstehen, sobald er die dem Haupt-Berichte beigegebenen Karten vor sich hinlegt.

Sonstige Erklärungsversuche für den Ausbruch von Cholera-Epidemien.

Wenn nun die in neuer Zeit in England vorgekommenen Choleraepidemien an vielen Orten vom Einfluss des Trinkwassers nicht abgeleitet werden können, wie erklärt man sie denn? Auf die verschiedenste Art. Prof. Parkes hat von der letzten Epidemie in Southampton ein bezeichnendes Beispiel gegeben. Am 10. Juni 1866 kam das Dampfschiff „Poonah" von Alexandria über Malta und Gibraltar, und hatte einen Tag vor seiner Ankunft einen Heizer an Cholera verloren. Die Schiffe der Gesellschaft, welcher der „Poonah" gehörte, machen die Reise von Alexandria bis Southampton durchschnittlich in 14 Tagen, da sie nur in Malta und Gibraltar einige Stunden anhalten. Nach Ankunft erkrankten noch einige Personen, vorwaltend Heizer, an Cholerine und Cholera, keiner der Passagiere. Die Heizer sollen die Cholera von einem unreinen Wasserbehälter bekommen haben, der in Gibraltar gefüllt worden war. Die Unreinheit des Wassers ist constatirt, aber auf Gibraltar war damals und namentlich auch in der Nähe des Brunnens, der das Wasser geliefert hat, keine Spur von Cholera — weder zuvor noch darnach. Spätere Erhebungen haben es sogar wieder zweifelhaft gemacht, ob das Wasser wirklich von dem bezeichneten

Brunnen in Gibraltar war. Trotz Allem aber wird doch angenommen, die Heizer erhielten ihre Cholera und Cholerinen vom Genuss des bezeichneten fauligen Wassers, und die Heizer mehr als andere, weil die Heizer in Folge ihrer Beschäftigung auch viel mehr Wasser tranken, als andere. (Die Kinder in der Limehouse-Schule in Ost-London blieben nach der Ansicht ihres Arztes von der Cholera verschont, weil sie so viel von dem angeschuldigten Wasser tranken, die Heizer auf dem Poonah erkrankten aus dem nämlichen Grunde.)

Die Heizer gingen ans Land und verbreiteten sich in verschiedenen Stadttheilen. Einer dieser Heizer hatte seine Wohnung in einer reinen und luftigen Lage von Southampton, er erkrankte dort und einige Tage später auch sein dreijähriger Sohn an Cholera. Beide starben.

Nachdem sich einige verdächtige Fälle in Southampton theils schon vor, theils bald nach Ankunft des „Poonah“ gezeigt hatten, die man noch für Cholera nostras halten konnte, begann 3 bis 4 Wochen nach Ankunft dieses Schiffes der unzweifelhafte Ausbruch einer Choleraepidemie, „die bezüglich der Oertlichkeit auf die tief liegenden und ungesunden Theile der Stadt beschränkt blieb, sich über dieselben zerstreute, ohne an irgend einer Stelle eine besondere Heftigkeit zu erlangen. Der ganze obere Theil der Stadt war frei, ebenso die umliegenden Vorstädte und Dörfer. Die ganze Stadt, die frei gebliebenen und die ergriffenen Theile, werden mit ein und demselben Trinkwasser versorgt.“

Was zieht nun ein sonst so verdienter Gelehrter, wie Parkes, dem wir unter anderm das gediegenste Lehrbuch der Militärhygiene zu danken haben, für einen Schluss aus diesen Thatsachen?

1) Mit Ausnahme des „Poonah“ ist keine Einschleppung der Cholera in Southampthon nachweisbar, obschon die Krankheit damals an vielen Punkten des europäischen Continents herrschte.

2) Wenn sie durch den „Poonah“ eingeschleppt war, so verbreitete sie sich nicht unmittelbar von den ihm angehörigen Fällen, als Mittelpunkten aus, mit Ausnahme des einen Falles beim Kinde eines Heizers.

3) Obschon auf dem „Poonah“ offenbar durch schlechtes Wasser verursacht,[1]) war der nachfolgende Ausbruch in Southampton doch ohne jeden Zusammenhang mit dem Trinkwasser der Stadt, das sich constant rein erwies.

4) Die Krankheit war sicherlich am schlimmsten in den ungesundesten Theilen der Stadt, aber nicht beschränkt auf solche, denn auch gute Häuser in luftiger Lage in dem niedrigen Theile der Stadt litten und einige der schlimmsten Lokalitäten blieben frei.

5) Aus allgemeinen atmosphärischen Einflüssen oder andern unbekannten epidemischen Bedingungen ist das Auftreten der Cholera in Southampton nicht zu erklären.

6) Der Ausbruch lässt sich unter der alleinigen Voraussetzung, dass Cholerastühle entweder frisch oder in einem gewissen Stadium der Zersetzung Cholera erzeugen können, genügend aus der Kanalisation erklären.

Sehen wir nun, worin die Erklärung besteht. Ich werde mich am besten Prof. Parkes' eigener Worte bedienen: „Fast die ganze Stadt ist kanalisirt, aber unglücklicherweise nach einem schlechten Princip, indem ein sehr geräumiges Netz von Kanälen gegen die Mündung gleichsam als ein Reservoir während der Fluth dient. Das gibt während mehrerer Stunden im Tage einen solchen Stillstand, dass das Wasser wahrscheinlich längere Zeit fast gar nicht abläuft. Die Ventilation ist sehr unvollkommen, indem nur durch die Kanalgitter in den Strassen dafür gesorgt ist, und da diese widerliche Dünste von sich geben, werden sie von den Bewohnern der umliegenden Häuser fortwährend mit Holzstücken verstopft. Die Folge davon ist, dass die Gase rückwärts in die Häuser ge-

1) Wie wäre es, wenn der auf diesem Schiffe wirkende Infektionsstoff nicht in Gibraltar, sondern bereits in Alexandria an Bord gekommen wäre? In dem Falle, den Dr. Rutherford vom Renown mittheilte (s. Zeitschrift für Biologie Bd. IV S. 453), zeigten sich auch erst Cholerasymptome auf dem Schiffe, nachdem es 14 Tage lang von Gibraltar fort auf dem Wege nach dem Cap war. Es liegt nicht die mindeste Nöthigung vor, die Cholera der „Poonah“ von dem im Jahre 1866 cholerafreien Gibraltar abzuleiten, bloss weil dort schlechtes Wasser eingenommen worden war.

trieben werden und sich dort durch die unvollkommenen Klappen einen Ausweg erzwingen." [1])

„Der Kloakeninhalt des westlichen Theiles der Stadt wird durch Pumpen gehoben und dann in die östlichen Kanäle entleert, wo er nach mehr oder minder Aufenthalt in den östlichen Sielen zur Mündung gelangt.

„Das war der Zustand der Dinge gerade vor dem Ausbruch der Cholera. In Folge der Reinigung der Siele wurde für einige Zeit das Pumpen an der gewöhnlichen Station ausgesetzt; es ergab sich eine grössere Ansammlung in den Sielen, theils aus diesem Grunde, theils wegen Wassermangel. Die Wasserleitungen wurden verändert, um mehr Wasser liefern zu können und neue Maschinen wurden eingesetzt. Während dieser Zeit war trotz der grössten Anstrengungen von Seite des Wasseringenieurs die Zufuhr, namentlich in den tieferen Theilen der Stadt, unzureichend; man empfand eine der Schattenseiten der ununterbrochenen Zuleitung. In den höheren Theilen der Stadt, wo das Wasser zuerst hinkam, wurde eine ungeheure Quantität verbraucht, namentlich, weil das Wetter sehr trocken war, zum Spritzen der Gärten. Die untern Stadttheile litten daher doppelt, durch die an sich geringere Zufuhr und durch den grössern Verbrauch seitens ihrer reicheren Nachbarn. Da der Regenfall unglücklicherweise auch sehr gering war, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Strömung durch die Siele selbst noch viel langsamer als gewöhnlich war; in der That es frägt sich, ob nicht ein fast gänzlicher Stillstand Ende Juni und Anfang Juli war."

„Während das vor sich ging, wurden am 10. oder 11. Juni die Leute vom „Poonah" gelandet, von denen einige 6 bis 8 Tage lang an Choleradiarrhöe litten. Die reichlichen Entleerungen von

1) Wenn Prof. Parkes ein Barometer in den Sielen mit einem Barometer in den Strassen verglichen hätte, so würde er wahrscheinlich keinen Unterschied in der Pression der Luft in dem Sinne seiner Voraussetzung gefunden haben. So lange es in den Sielen kühler als in der Luft ist, geht unter gewöhnlichen Umständen der Zug der Luft in die Siele hinab. Der zu solchen Zeiten aus ihnen sich verbreitende Geruch kommt wesentlich nur auf Rechnung der Diffusion. Dies kann nur anders sein, wenn der Wind von der See kommt und in die Siele bläst. Ich finde hier nicht den Raum, mich über verschiedene Strömungen der Luft in Kanälen ausführlicher auszusprechen.

acht bis zehn Personen gelangten in diese Siele, in die westlichen und östlichen, welche fast überladen waren. Angenommen, dass diese in Zersetzung begriffenen Ausleerungen die Krankheit erzeugen können, war dieser Zustand der Dinge sehr bedrohlich für Southampton, da es klar war, dass die mangelhafte Ventilation die Dünste oder Gase in jedes Haus mit einer schlechten Klappe treiben würde. Ich glaube, dass unabhängig von allem Uebrigen die Cholera ausgebrochen wäre; aber es kam noch ein Umstand hinzu, der mir die unmittelbare Ursache des Ausbruchs gewesen zu sein scheint.“

„Anfangs Juli wurde das Pumpen des westlichen Sieles in das Ausflusssiel wieder aufgenommen. Das Pumpwerk befindet sich nahe der Schiffbrücke in einer ziemlich guten Nachbarschaft, aber rings herum stehen die tief liegenden Theile von Southampton. Das Pumpen geschieht durch eine Dampfmaschine und geht gewöhnlich Tag und Nacht.“

„Die ganze ungeheure Masse des Kloakeninhalts der westlichen Siele wurde gehoben und durch eine offene Verbindung in das Ausmündungssiel gegossen, Tonnen über Tonnen Kanalwassers wurden aufgepumpt und schäumend und strömend gleich einem Wasserfall durch einen offenen Kanal 8 bis 9 Fuss lang niedergegossen. Die Ausdünstung dieser Masse kochenden Unraths war überwältigend. Sie verbreitete sich über die ganze Nachbarschaft und man beklagte sich bitter darüber in den anliegenden Häusern. Ihre Wirkung hingegen konnte nicht auf sie beschränkt bleiben; die Dunstwolke, die hier aufstieg, muss sich weit über den Punkt hinaus verbreitet haben, wo sie noch durch den Geruch entdeckt werden konnte.“

„Das Vorkommen einiger frühen Cholerafälle in reinlichen luftigen Häusern in der Nähe des Pumpwerkes war das erste, was die Aufmerksamkeit auf sich zog und man fand, dass Diarrhöen in manchen anliegenden Häusern herrschend wurden. Es ergab sich keine Ursache für diese Anfälle, als die grosse Ausdünstung . . .“

„Sobald diese Entdeckung gemacht war, wurde die offene Verbindung durch eine eiserne Röhre ersetzt und Carbolsäure reichlich und beständig an diesem Punkte in die Siele gegossen. Diese Umänderung wurde erst spät in der Nacht vom 18. Juli beendigt, am

19. fand nicht mehr die geringste Dunstentwicklung statt. Wie schon gesagt, war die Zahl der Cholerafälle vom 13. bis 17. oder 18. Juli sehr gross, sie nahm dann ab, und am 24. Juli war es klar, dass das schlimmste vorüber sei."

„Ich will jedoch nicht behaupten, dass alle Fälle davon herrührten. In einigen Beispielen waren die Häuser zu weit von dem Pumpwerke entfernt, oder die Fälle kamen zu lang nach der Beseitigung des Missstandes vor, um noch durch die Annahme eines langen Incubationsstadiums erklärt werden zu können. In einigen dieser Fälle waren die Hausklappen unwirksam und Kloakengase fanden ihren Weg hinein, und diess fristete vielleicht die wenigen zerstreuten Fälle, welche sich in den August und September hinein noch fortsetzten."

Ich begreife nicht, wie sich Professor Parkes über solche Dinge so ereifern kann, oder dass er sich nicht viel mehr darüber wundert, dass trotz diesen in den grellsten Farben geschilderten Kloakenübeln die Cholera verhältnissmässig so mild geblieben ist. Dadurch, dass das Pumpwerk still stand, verwandelte sich ein Theil des Siels in eine Abtrittgrube, wie wir sie auf dem Continente fast noch überall haben, und noch dazu viel näher bei den Häusern, ja in jedem Hause selbst. Diese Abtrittgrube bestand einige Wochen, ohne geräumt zu werden, und als sie wieder geräumt wurde, entwickelte sich der gewöhnliche Gestank. Da die Choleraepidemie schon begonnen hatte, vermochte das Ausräumen und der Gestank sie ebenso wenig zum Stillstand zu bringen, als wenn man in allen Strassen Southampton's Feuer angezündet hätte. Aber nach vier bis sechs Wochen wurde sie milder, zu dieser Zeit liess auch der Gestank nach und lebte die Epidemie trotzdem nicht wieder auf. Ich ersehe daraus nichts, als was ich überall beobachtet habe, auch wo die besonderen Kanalverhältnisse von Southampton nicht im Spiele gewesen sind. In München zeigte sich die Epidemie im Jahre 1854 Ende Juli, und nach 4 bis 6 Wochen war es auch da allen klar, dass das schlimmste vorüber sei, ohne dass wir aber dem Gestank unserer Abtrittgruben und Kanäle den mindesten Zwang angethan, ohne dass wir nur 1 Loth Carbolsäure verschwendet hatten.

Wenn eine Abtrittgrube, in welche Cholerastühle gelangen, zur

Erzeugung einer Epidemie ausreicht, dann könnte kein Haus in Lyon von Cholera verschont bleiben, so oft in Südfrankreich die Cholera ausbricht, und viele tausend Choleraflüchtlinge von Marseille und Paris und andern Städten nach dieser immunen Stadt wandern, die zu solchen Zeiten jedenfalls tausendmal mehr Cholerakeime importiren, als das Schiff „Poonah“. Die gewissenhaften Mittheilungen von Parkes sind übrigens für mich doch vom grössten Werthe, nicht als ob sie mich zu seinem Glauben vom Einfluss der Kanäle in Southampton bekehren könnten, sondern weil sie wieder ein klar sprechender Beleg für den Einfluss der örtlichen Lage und der Grundwasserverhältnisse, und für den Nichteinfluss des Trinkwassers sind. Nur die tiefer liegenden Theile der Stadt wurden epidemisch ergriffen und in ihnen auch ganz rein gehaltene Quartiere. Die Epidemie begann und war am heftigsten am tiefsten Theile, in der Nähe des erwähnten Pumpwerkes, welches natürlich an der Stelle errichtet ist, wo die Sewage nicht mehr weiter fliessen kann, wo sie durch Pumpen künstlich gehoben werden muss. Der Epidemie ging nicht nur ein sehr trockenes Wetter voraus, sondern die künstliche Wasserversorgung der Stadt erlitt zugleich eine namhafte Beschränkung. Die Austrocknung des Bodens dadurch hat in den tief liegenden Theilen von Southampton dieselben Folgen gehabt, wie in Ostlondon; in Southampton scheint die Unterbrechung der Wasserzufuhr das Eintreten der nämlichen für die Cholera günstigen Grundwasserverhältnisse unterstützt zu haben, wie in Ostlondon nach Letheby die Anlage des neuen Hauptsieles..

Mein Standpunkt scheint mir schon desshalb der bessere zu sein, weil er nicht nur für die Epidemie in Southampton und Ostlondon, sondern überall derselbe bleiben kann, während meine Gegner an einem Orte verneinen müssen, was sie an einem andern mit aller Macht behaupten. — Bald ist es direkte Infektion vom Kranken auf Gesunde übergehend, dann wieder das Trinkwasser, dann Kanäle und Abtrittgruben, welche die Cholera verbreiten, in welchen ihr Keim sich entwickelt und gedeiht, bald noch gewöhnlichere und allgemeinere Dinge. Von diesen Vorstellungen muss abgegangen werden, wenn wir nur den geringsten Fortschritt in der Erkenntniss hoffen wollen, denn Alles ist zugleich auch Nichts. Wenn die Ab-

trittgruben oder gar der menschliche Darm, wie Virchow S. 53 meint, zur Vervielfältigung des Choleragiftes und zum Hervorbringen von Choleraanfällen ausreichend sind, dann ist es unmöglich, dass sich die Choleraepidemien so nach Zeit und Oertlichkeit begränzen, wie es thatsächlich immer der Fall ist. Ich kann es nicht glauben, dass die Einwohner von Lyon oder Würzburg einen andern Darm oder andere Abtrittgruben, als die von Marseille und Paris und von Rothenfels haben, denn sobald die Einwohner von Lyon oder Würzburg sich in einem Orte, wie Marseille oder München, zur Zeit einer Choleraepidemie aufhalten, werden sie ebenso wie die Ortsangehörigen dahingerafft. 1854 holten sich in dem epidemisch ergriffenen München viele Personen aus Berlin die Cholera, konnten sie aber nicht nach Berlin verpflanzen, wo sie erst 1855 ausbrach.

Alle Erklärungsversuche, welche bloss von der Voraussetzung ausgehen, dass die Ursachen der örtlichen und zeitlichen Disposition nur im Menschen selbst liegen, welche also die Verbreitung der Krankheit nur aus der specifischen Choleraursache und der individuellen Disposition erklären wollen, scheitern an den Thatsachen und müssen verlassen werden, sobald man die Ausbreitung der Cholera über eine grössere Länderstrecke nach Ort und Zeit genau untersucht. Diese Ansicht muss beseitigt werden, denn sie ist ein grosses Hinderniss für die Entwicklung der Choleraätiologie. Man darf nicht denken, so lange eine Sache noch nicht ganz festgestellt sei, stehe jede Art der Erklärung frei. Erklärungen, die gegeben und angenommen werden, sind Vorstellungen, die unwillkürlich mehr oder weniger Einfluss auf den Gang der Forschung üben.

Nothwendigkeit einer weiteren Zergliederung des Verkehrs und einer genaueren Berücksichtigung der örtlichen und zeitlichen Hilfsursachen.

Es ist ein falscher Grundsatz in der Forschung, der nie — ausser durch blossen Zufall — zu einem Resultate führen kann, auf's Gerathewohl hin alles zu untersuchen, sich an alles zu hängen, was nicht schon als eine Unmöglichkeit erwiesen ist — denn die Möglichkeit ist unendlich —; sondern wir müssen, ehe wir Gewissheit haben, unsere Ziele nach der grössten wissenschaftlichen

Wahrscheinlichkeit wählen, welche sämmtliche thatsächliche Erscheinungen des Vorgangs umfasst, welchen wir ergründen wollen. Wer die Forschung wirklich fördern will, darf keine Liebhaberei mit den dabei in Betracht kommenden Thatsachen treiben. Wir dürfen die Fühlung mit dem Ganzen nie verlieren, während wir Einzelnes näher zu untersuchen streben, wir dürfen uns bei Untersuchung des Einzelnen nur so lange aufhalten, als wir noch spüren, dass es mit dem Ganzen nicht zufällig, sondern nothwendig zusammenhängt. Nur wer an einem solchen Faden zieht und ihn nicht jeden Augenblick wieder loslässt, oder mit einem neuen vertauscht, nähert sich die Sache, oder sich ihr. An einer so complicirten Erscheinung, wie eine Choleraepidemie, hängen allerdings tausend Fäden, aber sie haben für die Zwecke der Forschung sehr ungleichen Werth. Theils sind sie für uns noch nicht fassbar, theils so zufällig oder zart, dass sie sofort abreissen, wenn man die ganze Last der Frage daran hängt, oder sie damit vorwärts ziehen will. Wir müssen uns also um deutlich sichtbare, fassbare und haltbare Stränge umsehen. Drei solche Stränge sind mir bisher thatsächlich immer sichtbar geblieben und noch nie abgerissen: der Einfluss des Verkehrs, der Einfluss der Oertlichkeit und der Einfluss der Zeit. Die Untersuchungen haben daher nach meiner Ansicht zunächst in diesen drei Richtungen vorwärts zu gehen.

Der Faden des Verkehrs ist uns vorläufig wohl sichtbar, aber noch nicht fassbar, wir glauben zwar jetzt so ziemlich alle fest an seine Existenz und seine Nothwendigkeit, aber ob es ein Pilz oder ein Vibrione, oder sonst was ist — hat noch Niemand gesehen. Um diesen Faden nur in die Hand zu bekommen, müssen wir noch viel genauer den Verkehr beobachten, als wir es bisher gethan haben; wir müssen viel von der üblichen, leichtfertigen, doktrinären Weise ablegen, mit der wir häufig bisher verfahren sind. Man denke sich z. B. einen von Cholera ergriffenen Ort, von dem aus die Krankheit auf benachbarte Orte verschleppt wird. Die meisten glauben schon genug gethan zu haben, um den Ausbruch einer Ortsepidemie zu erklären, wenn sie nachweisen, dass in diesen Ort Jemand von aussen, von einem inficirten Orte, gekommen sei. Pflicht des Forschers aber ist, auch die viel zahlreicheren

Fälle in's Auge zu fassen, in denen der nämliche Verkehr weder einzelne Infektionen noch Ortsepidemien hervorruft. Selbst dem ausschliesslichen Contagionisten hätten zwei Vorkommnisse bei der Verschleppung längst auffallen sollen; einmal folgt der Ankunft eines Individuums aus einem inficirten Orte schnell ein oder selbst mehrere Fälle in seiner nächsten Umgebung an einem andern Orte, ohne dass sich daraus eine Ortsepidemie entwickelt, ein andersmal verstreicht eine Woche und mehr, bis sich der erste Fall zeigt, dessen Entstehung im Orte selbst angenommen werden muss. Gerade die Ortsepidemien entwickeln sich sehr häufig aus so stillen Anfängen.

Interessant sind in dieser Hinsicht die Mittheilungen des Medicinalrathes Dr. Schmid über die Cholera 1866 im Kreise Schwaben und Neuburg, wo sich die Epidemien an die aus dem deutschen Kriege heimkehrenden Truppen (Nassauer, Hessen und Bayern) knüpften. Von der Einquartierung bis zum ersten Choleraanfalle im Orte verstrichen in Höchstädt 15 Tage, in Gundelfingen 17, in Eschenbrunn 10, in Neuburg a. d. Donau 18 Tage, denen dann überall mehrere Fälle, theilweise sogar Epidemien folgten, während in Günzburg, Dillingen und Nähermemmingen schon nach 7, 3 und 7 Tagen vereinzelt bleibende Fälle folgten, in welchen 3 letzteren Fällen aber immer die Reinigung von Cholerawäsche mit im Spiele war.

Ebenso zeigten sich in Unterfranken in einigen Orten wenige Tage nach der Einquartierung der preussischen Truppen, in einigen erst nach Wochen, die ersten Fälle. Dr. Vogt, der in seinem amtlichen Berichte viel Ausserordentliches geleistet hat, will sogar (S. 46) eine nur dreistündige Incubationsdauer beobachtet haben. In Rothenfels erkrankte am 5. September Mittags 12 Uhr der Pfründner Flach, nachdem ihn Vormittags 9 Uhr der Bader Dodel rasirt hatte, der aus einem Cholerahause zu ihm kam. Dodel selbst erkrankte am 8. September. Herr Dr. Vogt scheint es für überflüssig zu halten, sich darüber Gedanken zu machen, warum ein Bader, während er die Leute rasirt, so giftig wirken kann, und warum ein Arzt, der die Kranken doch auf das genaueste untersucht, die Cholera in seiner Clientele nicht verbreitet. Herr Dr. Vogt hat übrigens auf der Seite vorher selbst berichtet, dass der erste Cho-

lerafall in Rothenfels schon am 1. August an einer preussischen Marketenderin, und ein zweiter am 12. August an einer ortsangehörigen Steinhauersfrau vorkam, ohne dass diese zuvor rasirt worden war. Mich wundert nur, wie solche Abenteuerlichkeiten, wie sie Dr. Vogt mehrfach aufgetischt hat, die Kritik der ministeriellen Medicin in München unbeanstandet passiren konnten.

Ich habe in meiner Abhandlung über Lyon und das Vorkommen der Cholera auf Schiffen vergeblich die Frage aufgeworfen, warum die Mehrzahl der Schiffe, die aus einem inficirten Hafen kommt, die Cholera nicht verbreitet, warum hie und da aber eines sofort entschieden inficirend wirkt? Die nämliche Frage lässt sich wie beim Seeverkehr auf die Schiffe, beim Landverkehr auf die einzelnen Personen anwenden.

Mir scheint, dass in den Fällen, wo der Ankunft aus einem inficirten Orte so rasch eine Infektion am zweiten Orte folgt, die Personen ausser dem Keim und ihrem Organismus noch etwas mitbringen müssen. Wodurch unterscheiden sich Schiffe und Personen, die sofort inficirend wirken, von der Mehrzahl, die es offenbar nicht zu thun vermag? Der verstorbene Professor v. Dittrich in Erlangen theilte mir aus dem Jahre 1854 einen Fall aus dem Erlanger Krankenhause mit, der vielleicht auf etwas leiten könnte. (Hauptbericht S. 307 und 308.) Es waren im Erlanger Krankenhause schon mehrere Cholerafälle behandelt worden, deren Entstehung auf Nürnberg und Augsburg zurückzuführen war, ohne dass die Krankheit auf andere Kranke überging, als am 2. Septbr. ein Kranker wegen Caries der Fusswurzelknochen von Augsburg kam, am 5. September an Cholera erkrankte und im typhoiden Stadium starb. In demselben chirurgischen Krankenzimmer befanden sich noch zwei Patienten, der Heilung von secundärer Syphilis nahe. Beide erkrankten am 8. September an Cholera, genasen aber. Es wurden ausser diesem Falle von Augsburg noch 5 Cholerafälle ins Krankenhaus aufgenommen und behandelt, die auswärts inficirt worden waren, aber nur von dem mit Caries behafteten gingen Infektionen aus, die sich aber nur auf seine zwei Zimmergenossen und von diesen nicht weiter erstreckten. Weder das Krankenhaus noch die Stadt Erlangen wurde weiter ergriffen.

Bildeten die eitrigen Lappen am Fusse des Kranken vielleicht das geeignete Transportmittel für fertigen Infektionsstoff von Augsburg nach Erlangen? Aehnlich wie Cholerawäsche? Ich glaube, man sollte sehr scrupulös untersuchen und unterscheiden, was Personen alles mit sich führen, von denen so schnell Infektionen ausgehen, im Vergleich zu der grossen Mehrzahl, wo das nicht der Fall ist. Die zahlreichen Beispiele, dass mit Diarrhöen behaftete Personen die Cholera von einem Orte zum andern verbreiten, muss nicht nothwendig so aufgefasst werden, als producire ihr Darm einen Infektionsstoff, es könnte leicht sein, dass die Diarrhöe nur das Mittel ist, um Wäsche oder Kleider oder selbst Körpertheile in der Umgebung des Afters in den geeigneten Zustand zu versetzen, Cholerakeim und fertigen Infektionsstoff von einem Orte zum andern lebensfähig zu transportiren.

Wie viele Personen mögen im Jahre 1867 aus Rom und andern von Cholera heimgesuchten Städten Italiens nach der Schweiz und nach Zürich gekommen sein, und nur der Fall, wo eine Familie mit einem diarrhöekranken Kinde aus Rom an die ungünstig gelegene Stelle im Niederdorf von Zürich floh, wurde Ausgangspunkt der Epidemie. Ich erinnere überhaupt an das, was ich in meiner Abhandlung über Lyon [1]) gesagt habe, dass die Infektion durch Cholerawäsche den Einfluss des Bodens beim Choleraprocess durchaus nicht überflüssig machen kann. Es konnte, ebenso wie 1854 in Stuttgart und einem benachbarten Dorfe Infektionen durch einen auf dem Münchner Boden gewachsenen Stoff ausgehen konnten, 1867 auch in Zürich Jemand durch etwas stoffliches, in der Wäsche enthaltenes inficirt werden, was theilweise dem Boden von Rom entstammte. Dass es sich aber in Zürich nicht nach allen Richtungen hin, wo der Verkehr ging, fortpflanzen konnte, haben dort die Thatsachen der Verbreitung hinreichend gelehrt. Ich glaube, wenn die betreffende Familie aus Rom in Zürich im Hotel Bauer anstatt im schwarzen Wecken abgestiegen wäre, so wären vielleicht ein paar Infektionen im Hotel durch die Wäsche des Kindes erfolgt, aber die Krankheit hätte sich in dessen Umgebung

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 4, S. 425.

nicht epidemisch ausgebreitet, so wenig als es im Krankenhause zu Erlangen der Fall war, nachdem der aus Augsburg mitgebrachte wirksame Infektionsstoff verbraucht war. Diess halte ich nicht einmal für eine Hypothese, sondern für eine Thatsache, da die Heftigkeit der Epidemie der Umgegend des schwarzen Weckens sich wirklich nicht auf's jenseitige Limatufer und auf die Umgebung des Hotel Bauer fortpflanzte.

Es hat sich auch in Zürich wieder auf's Deutlichste gezeigt, dass der eingeschleppte Cholerainfektionsstoff örtlicher und zeitlicher Bedingungen bedarf, und dass er nur an jenen Stellen ein epidemisches Auftreten nach sich ziehen kann, wo diese Bedingungen sich finden. Die Epidemie erschien 1867 an Stellen, die sie auch 1855 heimgesucht hatte (Niederdorf), verschonte aber diesmal Theile (Fluntern), die bei der früheren Heimsuchung stark zu leiden hatten. Die blossen Verkehrsverhältnisse, Wohlhabenheit oder Armuth vermögen die Ausbreitung der Cholera in Zürich ebensowenig, wie das Trinkwasser in Ostlondon zu erklären.

Alle Thatsachen zusammengenommen lehren sie uns immer, dass die specifische Choleraursache, theils in einer Form, wo sie sofort inficirend wirken kann, theils in einer Form, wo sie sich erst unter gewissen Bedingungen zum Infektionsstoff entwickeln muss, durch den Verkehr verbreitet wird. Die Thatsachen gestatten also nicht nur die Annahme, sondern weisen sehr bestimmt darauf hin, dass die specifische Ursache der Cholera von einem Orte zum andern in verschiedener Weise verschleppt wird, bald dass sie sofort inficirend wirkt, dass schon nach 2 bis 3 Tagen Erkrankungen an ausgebildeter Cholera erfolgen, bald in einer Weise, wo mehrere Wochen verstreichen, bis sich die ersten Infektionen durch Erkrankungen im Orte bemerklich machen. Das mag sich nun verhalten, wie es will, immer zeigt sich, dass die Bedingungen des Wachsthums bis zum Grade einer Epidemie in der Oertlichkeit und nicht in den Individuen liegen, sie finden sich nicht überall und selbst an ein und demselben Orte nicht immer. Erst wenn neben dem Keim- oder Infektionsstoff auch die örtlichen und zeitlichen Bedingungen gegeben sind, kann die Cholera in einem Orte epidemisch werden, und erst dann kann die indivi-

duelle Disposition der Menschen, an Cholera mehr oder weniger zu erkranken, welche noch von vielen mit der örtlichen und zeitlichen Disposition verwechselt oder geradezu für diese erklärt wird, und die zahlreichen Momente, wie: Wohlstand, Ernährung, Wohnung, Kleidung, Alter, Anstrengung, Gemüthsaffekte u. s. w., die alle wohl auf die individuelle, aber kaum auf die örtliche und zeitliche Disposition Einfluss haben, auch einen Einfluss auf die Zahl der Erkrankungen äussern.

Angebliche Beweise gegen den nothwendigen Einfluss von Boden- und Grundwasserverhältnissen und für die Verbreitung der Cholera durch den Verkehr und die individuelle Disposition allein. Amtliche Choleraberichte.

Von den örtlichen Bedingungen wissen wir längst, dass die Cholera, wie noch einige andere Infektionskrankheiten, in allen Theilen der Erde den Alluvialboden vorzugsweise liebt. Der Alluvialboden besteht aber an verschiedenen Orten aus sehr verschiedenen Stoffen, die geognostische Natur des Alluviums scheint daher geringen Einfluss zu haben, denn die Cholera kommt auf dem Detritus aller Gebirgsformationen vor. Es scheint deshalb mehr die physikalische Aggregation, die Porosität, die Durchgängigkeit des Bodens für Wasser und Luft, welche Eigenschaft allem Alluvialboden gemeinsam ist, das entscheidende zu sein. Ferner liegt ein wirksames Moment in der verschiedenen Art der Durchfeuchtung, in dem verschiedenen Verhalten einzelner Bodenarten zum Wasser, und in den Schwankungen ihres Wassergehaltes, in welchen Verhältnissen sich auch die verschiedene geognostische Natur des Bodens bis zu einem gewissen Grade geltend machen kann. Von dem Einfluss verschiedenen Bodens selbst in ein und demselben Orte sind jetzt schon mehr Beispiele bekannt geworden, als nöthig wäre, um darauf aufmerksam zu sein. Ein genauer, auf eine sehr grosse Menge einzelner Fälle ausgedehnter Vergleich hat, wie schon im vorhergehenden gezeigt wurde, ergeben, dass die Porosität und Wasser- (Grundwasser) Verhältnisse des Bodens eine noch näher die zu erforschende, wesentliche Rolle gewiss nicht nur beim Choleraprocesse, sondern auch bei noch anderen Krankheitsprocessen, z. B.

beim Abdominaltyphus, spielen. Das darf mit derselben Sicherheit jetzt schon angenommen werden, als man von jeher geglaubt hat, dass die Ursache des Wechselfiebers mit Boden- und gewissen Wasserverhältnissen nothwendig zusammenhängt, wenn auch nicht allein daraus besteht. — Das Nämliche, was man gegenwärtig noch mit einigem Schein von Recht gegen den Einfluss vom Boden und Grundwasser auf die Cholera anführen kann, liesse sich alles auch auf das Wechselfieber anwenden.

Mein Freund Delbrück schrieb mir vor Kurzem: „Wenn jetzt die uralte Lehre, dass das Wechselfieber durch Sümpfe und Sumpfluft erzeugt, resp. seine Verbreitung dadurch begünstiget wird, jetzt zuerst und als etwas ganz Neues hingestellt würde, und es bildete sich eine grosse Partei, welche dagegen Opposition machen wollte, würde sie, darauf können Sie sich verlassen, binnen Kurzem ebenso viele Beispiele und Thatsachen gesammelt haben, wo Wechselfieber ohne Sumpfboden vorgekommen ist, ohne Ueberschwemmungen u. s. w. und ebenso wo es ausgeblieben ist, trotz Ueberschwemmungen und trotz Sumpfboden, als Ihre Gegner jetzt Beispiele finden, die mit Ihrer Grundwassertheorie im Widerspruch erscheinen.“

Diese Worte aus dem Munde meines ersten und ältesten Mitarbeiters auf dem von mir bebauten Cholerafelde klingen für mich inhaltschwer, sie schildern kurz den gegenwärtigen Stand des Streites. Gleichwie die Aerzte gegenwärtig solche Zweifel über den Einfluss von Sümpfen auf das Wechselfieber unbeachtet liessen, wenn sie erhoben würden, und die Lösung scheinbarer Widersprüche unbedenklich einem genaueren Studium der Processe im Sumpfboden anheimstellen würden, ebenso nöthiget mich meine vielfache Erfahrung, die ich mir im Laufe von 15 Jahren jetzt gesammelt habe, es mit den Einwürfen meiner Gegner zu machen. Niemand kann mir nachsagen, dass ich meine Aufgabe leicht und oberflächlich genommen habe. Ich habe in so und so vielen Beispielen dadurch, dass ich an Ort und Stelle ging, mit Thatsachen nachgewiesen, wie weit die Voraussetzungen meiner Gegner unberechtiget waren und meine Anschauung berechtiget ist. In keinem Orte noch, wo ich gewesen war und den ich bezüglich der ge-

machten Einwürfe selbst untersucht hatte, konnten die Gegner ihre Einwürfe aufrecht erhalten, oder bei genauerer Nachforschung besser begründen, oder die Sachen anders finden, als ich sie gefunden und angegeben hatte.

Das scheint übrigens bisher noch wenig gefruchtet zu haben. Kaum, dass ich einen Einwurf in einem speciellen Falle widerlegt hatte, erhob man sofort wieder einen andern von der nämlichen Art, nur wieder an einem anderen Orte. Falsche Vorstellungen und Behauptungen meiner Gegner haben mich schon fast durch ganz Europa gejagt, und immer findet sich wieder ein neuer Ort, wo Menschen wohnen, die nicht sehen, was zu sehen ist und was ich sehe, oder die lieber auf Dinge sehen und halten, welche die thatsächliche Ausbreitung der Choleraepidemien schon längst nicht mehr zu erklären im Stande sind, und darüber alles andere vergessen.

Die Widersprüche haben sich grossentheils nur dadurch ergeben, dass die Gegner meinen Standpunkt so gering achteten, dass sie es nicht einmal der Mühe werth fanden, ihn mit Gewissenhaftigkeit einzunehmen, sie scheinen oft viel mehr blos nach Widersprüchen haschen, statt meine Lehre und die Thatsachen, auf denen sie ruht, wirklich prüfen, oder etwas Besseres an die Stelle setzen zu wollen.

Bezeichnend in dieser Hinsicht ist das Resultat einiger sogenannter amtlicher Berichte. In einem Berichte über die Cholera-Epidemie des Regierungsbezirkes Merseburg 1866 [1]) heisst es: „Die von Pettenkofer vorgetragene Lehre über die Verbreitung der Cholera hatte unter den Aerzten in neuester Zeit so viel Anklang gefunden, dass die königliche Regierung glaubte, die ihr nachgeordneten Aerzte zu einer unbefangenen Prüfung derselben auf Grund der jetzt gemachten Erfahrungen auffordern zu sollen, zumal ihre grosse Bedeutung für die richtige polizeiliche Behandlung der Krankheit, falls jene Doctrin volle Wahrheit enthielte, nicht verkannt werden könnte.“ — Die hierauf erfolgten Antworten sind nun in drei Kategorien getheilt worden: a) Berichterstatter, welche der Doctrin von Pettenkofer in den Hauptpunkten beitreten, insbe-

1) Zeitschrift des k. preuss. statistischen Bureaus von Engel. Achter Jahrgang, S. 1.

sondere in der Contagiosität der Cholera ihr einziges Verbreitungsmittel sehen, — dafür stimmten 6 (Delbrück, Hartmann, Werner, Kalkoff, Hauffe, Bernhardi II); b) Berichterstatter, welche zwar die Contagiosität der Cholera anerkennen, sich aber durch ihre Erfahrungen ebensowenig berechtigt halten, der Pettenkofer'schen Doctrin beizutreten, als ihr zu widersprechen — in diesem Sinne berichteten 4 (Richter, Atenstädt, Finsch, Göring); c) Berichterstatter, welche die Contagiosität der Cholera anerkennen, aber der Pettenkofer'schen Doctrin widersprechen. Diese werden wieder in drei Unterabtheilungen getheilt: α) weil die Doctrin unerwiesen und hypothetisch sei — mit 13 Stimmen; β) weil die Cholera ausser der contagiösen Verbreitung sich auch spontan entwickeln könne — mit 14 Stimmen; γ) Berichterstatter, welche die Contagiosität der Cholera im gewöhnlichen Sinne schlechthin verneinen — mit 2 Stimmen. — Ich bin also weit überstimmt. Unter 39 Stimmen nur 6 unzweifelhafte und 4 zweifelhafte für mich, hingegen 29 unzweifelhafte gegen mich. Ich muss mich da mit manchem Wahlcandidaten und mit Herrn Regierungs- und Geheimen Medicinalrath Dr. Koch selbst trösten, der die Fragen gestellt und den Bericht über die Antworten gemacht hat. Er scheint noch ein Miasmatiker vom reinsten Wasser zu sein und zur Kategorie cγ zu gehören, wo er im Bunde der Dritte sein kann.

Um aber an einem Beispiele zu zeigen, was viele darunter verstehen, wenn sie von meinen Ansichten oder meiner Theorie sprechen, will ich die Motive der Abtheilung c, Unterabtheilung α, welche zunächst in Betracht kommt, aus dem Berichte von Dr. Koch wörtlich hier mittheilen. Die Unterabtheilungen β und γ liegen der gegenwärtigen Zeit zu ferne, und nähern sich zu sehr der Vorzeit von 1830. Ich rufe dann getrost einen Forscher vom Range Virchow's zum Schiedsrichter auf über diesen an mir geübten Ostracismus.

c) Berichterstatter, welche die Contagiosität der Cholera anerkennen, aber der Pettenkofer'schen Doctrin widersprechen,

α) weil dieselbe unerwiesen und hypothetisch sei.

1. Dr. Philipp referirt, dass die ersten Cholerafälle des Liebenwerdaer Kreises auf der Eisenbahnstation Burxdorf aufgetreten sind, nachdem ein an-

scheinend ganz gesunder Handlungsdiener aus dem inficirten Berlin dahin gekommen sei und seine Wäsche habe reinigen lassen. Die Mutter sei wenige Stunden darauf erkrankt und gestorben.

Nach Mühlberg sei die Krankheit ebenfalls durch Wäsche übertragen, welche eine zur Krankenpflege nach Burxdorf berufene Leichenwäscherin in die Heimat mitgebracht habe, nach deren Gebrauche die Kinder derselben erkrankt seien.

Ausserdem werden noch andere Fälle von schneller Erkrankung lediglich in Folge der Reinigung der Wäsche von Cholerakranken aufgeführt.

Weniger deutlich und nur in einzelnen Fällen habe die Leichenbehandlung Veranlassung zur Ansteckung gegeben.

Die grosse Mehrzahl der Erkrankungen sei aber zweifelsohne durch die Luft vermittelt. Für die Verbreitungsweise stelle Dr. Pettenkofer die zwei Bedingungen:

1. die Existenz des Contagii, das sich aus der Zersetzung der Excremente Cholerakranker oder solcher Personen entwickle, welche aus einem Choleraorte kommen;
2. eine eigenthümliche Bodenbeschaffenheit, nämlich feuchtes poröses Erdreich, welches mit menschlichen Excrementen, welche durchaus nicht von Cholerakranken herzurühren brauchen, imprägnirt sei, und das durch Zurückweichen des Grundwassers zu starken Exhalationen veranlasst werde.

Der Pettenkofer'sche „Cholerakeim" sei daher weder ganz ein Contagium, noch ganz ein Miasma, sondern eine Mischung von beiden.

Mit dieser Auffassung stehe aber im Gegensatze, dass in Mühlberg am 2. August in sechs verschiedenen, von dem zuerst ergriffenen ganz entlegenen, Häusern Cholerafälle eingetreten seien, und zwar in Folge des allgemeinen Schreckens, ohne die Möglichkeit einer persönlichen oder sachlichen Uebertragung. Der Hauptherd der Krankheit sei die südliche Seite des Stadtgrabens gewesen mit den schlechtesten und schmutzigsten Wohnungen und den ärmlichsten und unreinlichsten Bewohnern, während die nördliche Seite unter gleich tiefer Lage von der Krankheit völlig verschont geblieben sei.

Dieselbe Verschonung haben gegentheils die diesmaligen Krankheitsherde in der Choleraepidemie von 1852 erfahren, ohne dass in den Bodenverhältnissen irgend eine Aenderung eingetreten sei.

Schlechte, überfüllte, unreinliche, feuchte Wohnungen mit einem schlecht genährten, rohen Proletariate leisten aber nicht bloss der Cholera, sondern allen epidemischen und endemischen Krankheiten den stärksten Vorschub.

In dem dicht bevölkerten und armen Fichtenberg sei die Krankheit durch eine von Mühlberg nach einem flüchtigen Besuche heimgekehrte und am Durchfall leidende Frau in der Art eingeschleppt, dass ihre fünf Kinder schon nach 24 Stunden Leichen waren. Später sei die Krankheit in zwei ganz entfernten Häusern aufgetreten, bei völliger Sicherheit, dass ein persönlicher Verkehr nicht stattgefunden habe, da die Furcht gross genug gewesen, um selbst die Nähe des zuerst inficirten Hauses zu meiden. Unter dieser zweiten Krankenreihe habe sich auch eine an das Bett gefesselte und von allem Verkehr ausgeschlossene lte Frau befunden.

Pettenkofer schreibe nicht den frischen, sondern den in alkalische Gährung übergegangenen Excrementen Ansteckungskraft zu. Derselbe sei den Beweis

schuldig geblieben, dass nicht auch die Haut und die Lungen den Ansteckungsstoff aushauchen. Der schon erwähnte Fichtenbergische Fall beweise sonnenklar, dass die Ansteckung der gesunden fünf Kinder binnen wenigen Stunden nur durch Exhalationen der Mutter erfolgt sein müsse, da sie aus Mühlberg schlechthin nichts mitgebracht habe, als ihre Person und ihre Kleider.

Dennoch müsse die Möglichkeit zugestanden werden, dass die Fäulniss der Excremente zur Verbreitung der Contagiums durch die producirten Gase beitrage. Diese seien aber dann bloss die Träger des trotz der Fäulniss noch restirenden Contagiums, nicht aber das Contagium selbst.

Im Ganzen aber sei die hier besprochene Behauptung Pettenkofer's gewagt und widerspreche den sonst bekannten Erfahrungen über die zerstörenden Wirkungen der Fäulniss auf Contagien.

2. Dr. Köppe bemerkt, dass im vergangenen Jahre alle Umstände zusammentrafen, um Torgau einen der Cholera günstigen Boden zuzuschreiben: sehr verbreitete Disposition zu gastrischen Beschwerden, starke Anfüllung der Stadt durch Truppen, durch Verwundete und Kranke im Militärlazareth, allgemein gedrückte Gemüthsstimmung. Dennoch fand trotz achtmaliger Einschleppung der Krankheit nur einmal eine Verbreitung auf das städtische Krankenhaus durch einen Vagabunden statt, in welchem Hause dann von 14 Personen 10 erlagen Dabei sei gerade das Krankenhaus äusserst reinlich unter sorgfältiger Desinfection der Abtritte gehalten.

Die Hospitaliten seien ohne Ausnahme von panischer Furcht ergriffen gewesen, die sich natürlich durch die Vorkehrungen zur Verhütung der Ansteckung nicht gemindert hätte.

Referent habe nicht das mindeste Bedürfniss gefühlt, nach Cholerakeimen zu suchen; die starke Depression des *nervus sympathicus* und *plexus solaris* habe ihm den Vorgang zur Genüge erklärlich gemacht.

Diese Depression müsse unter Familiengliedern noch viel grösser sein, wenn die Seuche in ihre Mitte eingekehrt sei; das Räthsel des raschen Umgreifens erkläre sich ohne Mühe, sobald man nur die Augen weit genug aufmache.

Wenn auch manche Thatsachen dafür sprechen, dass bei der Cholera eine besondere Art von Contagium wirksam sei: so müsse es doch anderseits fraglich erscheinen, ob sie als ein wichtiger Factor der Verbreitung anzusehen sei. Es seien mehrere Fälle der ganz isolirten Erkrankung vorgekommen, in welchen jede Möglichkeit einer stattgehabten Ansteckung ausgeschlossen sei. Auch im Krankenhause, wo am ersten eine Ansteckung anzunehmen gewesen wäre, könne er sie nicht anerkennen, da die Krankheit hier sofort zum Stillstand gekommen sei, nachdem es ihm mit Hülfe reichlicher Portionen von Kümmel-Branntwein gelungen sei, das Hauptagens, die Furcht, zu dämpfen.

Auch habe ein Blödsinniger im Krankenhause seine Immunität bewahrt, obwohl er fortwährend mitten unter den Cholerakranken sich aufgehalten habe.

Noch weniger als die diessjährige Epidemie stimmen die Erscheinungen der unerhört schweren von 1850 mit jener Lehre überein, wo bei sehr geringem Umfange der Krankheit plötzlich nach einem heftigen Gewittersturm und Abkühlung der Luft auf grosse Hitze die wohlhabenden Umwohner des Marktes binnen 3 Tagen Hunderte von Opfern lieferten, was allem Anscheine nach einer

spontanen Entwickelung der Epidemie in Folge einer zur Verzweiflung gesteigerten Furcht, in Verbindung mit plötzlicher Erkältung, zuzuschreiben sei.

Man könne die Frage der Contagiosität auf sich beruhen lassen und müsse doch gegen Alles zu Felde ziehen, was nach der Erfahrung der Cholera Nahrung geben könne.

3. Dr. Kanzler hält die Contagiosität der Cholera für erwiesen: weil sie ausser einzelnen eingeschleppten Fällen die übrige Stadt freigelassen und sich nur auf drei Herde concentrirt habe; weil mehrere Personen unmittelbar nach der Reinigung von Cholerawäsche erkrankten; weil häufig mehrere Mitglieder derselben Familie von der Seuche ergriffen seien, einmal mit 8, zweimal mit 4 Erkrankungen, ohne dass andere mitwirkende Ursachen zu entdecken gewesen; weil mehrmals völlig gesunde, aber von Cholerakranken kommende Personen auf Andere die Krankheit übertragen haben. Dabei habe aber Referent sich von der Richtigkeit der Pettenkofer'schen Doctrin nicht überzeugen können.

Er sehe keinen Grund, warum das Choleracontagium ganz anders zur Wirksamkeit gelangen solle, wie andere Contagien, insbesondere weshalb die Cholerakeime der Auswurfstoffe in die Erde dringen, hier einen gifterzeugenden fauligen Gährungsprocess eingehen, sich unterirdisch weiter verbreiten, schliesslich wieder aus dem Erdreich aufsteigen und Ansteckung bewirken sollen.

4. Dr. Bernhardi I. bestreitet, dass Leichen noch einen Ansteckungsstoff erzeugen, höchstens könnten sie als leblose Träger des Contagiums wirken. Die Reinigung der Wäsche, zumal mit älterer Verunreinigung, erscheine vorzugsweise gefährlich, während diess von dem blossen Verkehr und Contact mit Kranken kaum behauptet werden dürfe.

Rücksichtlich der Pettenkofer'schen Theorie fasse Referent seine Aufgabe dahin auf, zu prüfen, ob in der Epidemie Erscheinungen vorgekommen seien, welche der Verbreitungsweise anderer contagiöser Krankheiten, wie der Pocken, entsprechen, oder aber ob nach einem ganz andern Modus das Contagium gesucht werden müsse. Referent glaube nun, dass die Verbreitungsart in Nichts von derjenigen der Pocken abweiche, und dass gar keine Veranlassung vorliege, auf eine so künstliche und desshalb unwahrscheinliche Annahme zu verfallen, es verbreite sich das Contagium unterirdisch und zwar durch faule Gährung des ursprünglichen Trägers in einem humosen Boden, welcher demnächst das Gift aushauche oder dem Brunnenwasser mittheile. Die grosse Zahl von sporadischen Krankheitsfällen sei mit dieser Annahme völlig unvereinbar.

Viel grössere Wahrscheinlichkeit habe die Annahme für sich, dass die diessjährige ausserordentlich heftige Epidemie mit einer bedeutend grössern Energie des Contagiums vergesellschaftet gewesen, ausserdem aber durch die Geist und Körper tief deprimirenden Zeitverhältnisse reiche Nahrung erhalten habe.

5. Dr. Merker, jetzt Kreisphysikus in Sangerhausen, führt aus dem Eckartsbergaer Kreise als Beweise der Contagiosität der Cholera an, dass in Kindelbrück eine Leichenfrau durch Verstreuen des Bettstrohs eines Choleratodten auf den Düngerhaufen des Hofes die Krankheit auf ihre Kinder und Nachbarn übertragen habe.

In Büchel sei im Armenhause ein Blödsinniger an der Cholera gestorben, nachdem er das Bett eines kürzlich vorher Erlegenen benutzt habe.

Auch in Kölleda sei eine grössere Zahl von Erkrankungen beobachtet, welche auf Uebertragung sich zurückführen liessen.

Während der ganzen Dauer der Epidemie litten in allen Theilen der Stadt Viele an Kollern im Leibe und Durchfall, letzterer von ungewöhnlicher Erschöpfung begleitet, während für die eigentliche Cholera sich ganz ansehnliche Ansteckungsherde formirt haben.

Die bei Weitem stärkste Zahl der Erkrankungen, noch mehr aber der Sterbfälle, habe der Arbeiterstand geliefert, während auf den kleinen Handwerkerstand nur ein sehr geringer Beitrag gefallen sei. Erstere lebten in überfüllten Wohnungen und haben im Allgemeinen sich schlecht genährt.

Die Verpflegung sei nur von Familiengliedern ausgeführt, da alle Uebrigen aus panischer Furcht Cholerahäuser vermieden haben.

Das Contagium scheine ziemlich fix zu sein und nur auf kurze Entfernungen wirksam zu werden. Anders verhalte es sich nach eingetretenem Sturme am 3. September, nach welchem die Krankheit in verschonte Stadttheile und in die bessern Stände eingedrungen sei.

Ausser der schlechten Ernährung haben besonders Erkältungen zur Ausbreitung beigetragen, während grobe Diätfehler nur selten als mitwirkende Ursache anzuschuldigen gewesen. Es sei mehrfältig bemerkt worden, dass das Contagium von leichten Krankheitsfällen unter Umständen die schwersten veranlasst habe, und umgekehrt.

Die grössere Hälfte der Erkrankungen seien einzeln geblieben, was als Folge der sorgfältigen Desinfektion angesehen wird.

Die Epidemie gewähre für die Pettenkofer'sche Lehre keine Anhaltepunkte, und sei Referent ebenso wenig, wie die übrigen Aerzte des Kreises und der Nachbarschaft (Dr. Wolf, Gernhardt) mit Ausnahme eines Collegen, ihr günstig.

6. Dr. Rudolph erklärt, obwohl er in der Umgegend von Eckartsberga nur wenige Cholerafälle zur Behandlung bekommen habe, der Pettenkofer'schen Doctrin nicht zustimmen zu können. Nach dem Choleraregulative des Letztern solle die Cholera lediglich durch den Verkehr der Menschen verbreitet werden, und hafte der Ansteckungsstoff an den Darmauslecrungen solcher Personen, welche an Durchfall oder Cholera leiden. Dem sei zu entgegnen, dass die Choleracordons als völlig unwirksam sich erwiesen haben, und dass die Krankheit nicht von einem Dorfe znm andern, sondern sprungweise sich zu verbreiten pflege.

In jener Schrift gebe Pettenkofer keinerlei Grund zur Unterstützung des dreisten Dogmas an, dass der Cholerakeim lediglich in den *faeces* enthalten sei und erst ausserhalb des Körpers zur Entwickelung gelange, ein Dogma, das einen sehr mühsamen und für die derzeitigen Hülfsmittel wahrscheinlich unmöglichen Beweis fordern würde.

7. Dr. Runde bemerkt: Die Uebertragung der Krankheit war gewöhnlich heftigen Gemüthsbewegungen und nervösen Aufregungen zuzuschreiben, nicht minder den ausdünstenden Gasen aus den Darmausleerungen. Am deutlichsten ist diess in dem häufigen Erkranken nach Reinigung der Wäsche bemerklich gewesen. Folgende Fälle von besonders auffälligen Ansteckungen werden vorgeführt.

In Braschwitz wurde im Juli ein mit gebrannten Steinen gepflastertes Zimmer als Leichenkammer benutzt, demnächst zu Ende des August gründlich gereinigt

und geweisst. In der ersten Woche des October sei das Zimmer von einer Familie bezogen worden, und nach 6 Tagen seien 3 Kinder heftig an der Cholera erkrankt, obwohl seit August das Dorf von der Krankheit frei geblieben sei.

In Schiepzig sei eine Stube, in welcher früher mehrere Cholerakranke gestorben, zweimal tüchtig gescheuert, geweisst, mit Chlor ausgeräuchert worden. Nach längerem Leerstehen sei sie von einer aus einem cholerafreien Orte angezogenen Familie eingenommen worden, mit der Folge, dass schon am 4. Tage mehrere Kinder erkrankt seien. Referent nimmt an, dass das Contagium aus den Steinfugen aufgestiegen und die Stubenluft vergiftet habe.

Die Pettenkofer'sche Theorie wegen Vergiftung des Brunnen- oder Grundwassers habe gar keine Wahrscheinlichkeit. Ehe ein solcher Erfolg habe eintreten können, sei die ganze Epidemie verlaufen, deren kurze Dauer doch mit der Vergiftung des Bodens sich nicht vereinbaren lasse.

8. Dr. Woppisch bekundet, dass nach Zeitz die Cholera theils durch kranke Soldaten, theils durch Einheimische, welche zur Beerdigung auswärts wohnender, an der Cholera verstorbener Verwandten verreist waren, übergeführt sei, ohne dass diess andere Folgen gehabt hatte, als dass eine alte gebrechliche Person im Krankenhause nachgefolgt sei.

In zwei Fällen habe nicht die mindeste Berührung mit Cholerakranken oder deren Effecten ermittelt werden können. Das Gleiche gelte von weiteren Erkrankungen. Referent schliesst, dass die Cholera in Zeitz 1866 so wenig wie 1850 aus dem Samen des Choleracontagiums entstanden, noch weniger dass der durch Fäulniss vervielfältigte zur Wirksamkeit gelangt sei.

Am wenigsten lasse sich das Brunnenwasser anschuldigen, das in langen und vor allem Eindringen fremder Flüssigkeiten geschützten Röhrfahrten der Stadt zugeführt werde.

Der Cholera seien Keuchhusten, *Diphteritis*, Masern, Ruhr, Abdominaltyphus, Pocken vorhergegangen, alle ohne erheblichen Umfang. Fast Jedermann habe unangenehme Empfindungen im Bauche und Neigung zu leicht vorübergehender Diarrhöe gehabt. Der Grund des gelinden Auftretens der Krankheit sei in dem Umstande zu finden, dass die Epidemie im Wesentlichen schon abgelaufen sei, ehe sie nach Zeitz gelangte.

9. Dr. Kessel bestätigt die Wahrnehmung des Dr. Woppisch, dass nach dem ersten Cholerafalle allgemeine Flatulenz, Unbehaglichkeit, Druck in der Magengegend und Neigung zu Diarrhöen aufgetreten seien.

Ueber die Pettenkofer'sche Doctrin bezüglich der Entfernung und Ausbreitung der Cholera wird geurtheilt, dass sie nicht überall zutreffe und aus einer zu einseitigen chemischen Auffassung der Thatsachen hervorgegangen sei.

10. Kreischirurg Kegel erklärt die Cholera für contagiös und schreibt Diätfehlern, Erkältung, Furcht und Angst eine bedeutende Mitwirkung zur Verbreitung zu; ja er hält es für sehr wohl möglich, dass sie bei mehrfältigen Erkrankungen in einer Familie vorzüglich wirksam gewesen seien.

Die Pettenkofer'sche Doctrin treffe in der Hettstädter Epidemie nicht zu. Die bei Weitem meisten Erkrankungen seien in hoch und gesund gelegenen Wohnungen erfolgt, fern von den benutzten Brunnen, deren Umgebung ganz cholerafrei geblieben sei.

11. Dr. Schwartz berichtet von einem plötzlichen, auf einen nur kleinen Kreis beschränkten, dennoch heftigen Ausbruch der Cholera in Seyda am Tage nach einem Jahrmarkte, an dem auch Verkäufer aus Cholera-Orten Theil genommen hatten. Die Bewohner der von der Seuche ergriffenen vier Häuser hatten einen Brunnen in der Nähe eines versumpften stehenden Wassers auch zum Trinken benutzt, in welchem schon mit unbewaffnetem Auge Infusorien entdeckt wurden. Die Benutzung der Abtritte der inficirten Häuser durch Fremde konnte bei aller Sorgfalt nicht ermittelt werden.

Referent hält die Krankheit für ansteckend, besonders für die Pfleger; das Contagium hafte an den Ausleerungen, nicht an den Effecten, Leichen und Wohnungen.

Die Pettenkofer'sche Behauptung, dass das Contagium sich erst dann entwickele, nachdem die Ausleerungen in Folge der Fäulniss alkalisch reagiren, wird für Hypothese erklärt.

12. Dr. Günther fand in Jessen nur zwei Fälle, in welchen eine Uebertragung der Cholera sich nicht habe nachweisen lassen; in den übrigen sei die Ansteckung durch inficirte Wohnungen, Effecten und durch Leichenbesorgung erfolgt, entschieden aber nicht durch faulende Ausleerungen, weil diese am Orte gar nicht haben zur Fäulniss gelangen können. Die Annahme einer Vergiftung des Brunnenwassers in Cholera-Orten greife nach dem Weitesten von dem Entferntliegenden.

13. Dr. Wiedemann hält nach seinen Erfahrungen in Schraplau und Umgegend alle Ausscheidungen Cholerakranker: Athem, Schweiss, Urin, neben den Excrementen für ansteckend. Die Pettenkofer'sche Theorie sei zwar verführerisch, aber wegen der wesentlich epidemischen Natur der Krankheit nicht acceptabel.

Also einmal besteht meine Theorie nur in der Fermentation der Excremente, ein anderes Mal in Vergiftung des Trinkwassers oder Grundwassers, bald soll ihr der Einfluss der Furcht, dann der Bewusstlosigkeit, hervorgebracht durch Kümmelbranntwein, dann der Umstand widersprechen, dass auch 1866 wie immer die individuelle Disposition ihren Antheil an der Zahl der Erkrankungen gehabt hat, als ob ich letzteres je in Abrede gestellt und nicht selbst bei jeder Gelegenheit hervorgehoben hätte; andere werfen ein, dass Häuser in der Höhe mehr gelitten hätten, als in der Tiefe, als ob ich das noch nie beobachtet hätte u. s. w. Ich möchte wissen, welche von meinen Arbeiten jeder der 13 Herren gelesen und nicht gelesen hatte, das würde vielleicht manches erklären. Was mir das Wesentlichste gewesen wäre, was allein entscheidend sein könnte, genaue vergleichende Untersuchungen über die Boden- und Grundwasserverhältnisse der einzelnen Orte und Ortstheile — davon allein findet sich nichts erwähnt. Hätte

man diese gehabt, so würde sich wahrscheinlich ebenso ungezwungen, wie das Verhalten der Cholera in Lyon, auch (im Falle 26)[1]) die Thatsache erklären lassen, dass 1850 in Schkeuditz allein sich 600 Cholerafälle zeigten, und gerade die hochgelegenen und von Wohlhabenderen bewohnten Stadttheile vorzugsweise ergriffen waren, und die in der Nähe der Elster gelegenen und von den ärmeren Einwohnern bewohnten Häuser verschont blieben, während 1866 die Stadt Schkeuditz von der Krankheit kaum berührt wurde. Für solche örtliche Erscheinungen sind doch nur örtliche Ursachen denkbar, und weder kosmische, noch allgemein tellurische, und auch nicht die socialen und Verkehrsverhältnisse vermögen sie zu erklären. Ich halte es für überflüssig, gegen diese Einwürfe aus dem Regierungsbezirk Merseburg noch mehr zu sagen, sie tragen ihre Widerlegung in sich selbst.

Auf einem ebenso negativen Standpunkte stehen die amtlichen Berichte über die Choleraepidemien auf dem bayerischen und badischen Kriegsschauplatze in Franken von den Herren Vogt und Volz, aus denen eigentlich nur hervorgeht, dass die Cholera auch in Franken sich durch den Verkehr verbreitet habe, dass aber die wenigsten Orte eine Empfänglichkeit für die epidemische Entwickelung der Krankheit zeigten. Zur Erklärung dieser auffallenden Erscheinung werden die üblichen Hilfsursachen: Trinkwasser, Bodenfeuchtigkeit im Allgemeinen, Menschenanhäufung, Armuth, Unreinlichkeit, schlechte Nahrung, animalisirte Luft u. s. w., bald allein für sich, bald in beliebigen Legirungen zur Erklärung nach Bedarf und Gutdünken herbeigezogen, in einer Weise, nach der zuletzt alles und damit auch nichts bedeutend ist, und am Schluss der Rechnung herauskommt, dass der Genuss von Branntwein gleich einem feuchten Boden oder gleich Unreinlichkeit oder irgend einer Schädlichkeit sein kann. Es ist das dasselbe unwissenschaftliche Gebahren, als wenn man z. B. bei der Alkoholgährung die Rolle von Hefe und Zucker von allen möglichen Bestandtheilen übernehmen lassen wollte, welche in gährenden Flüssigkeiten vorkommen. Bequem ist diese Methode der Erklärung allerdings, — man kann nie in Verlegenheit kommen; ich möchte den Ort

1) a. a. O. S. 13.

kennen, wo es keine Armuth oder Unreinlichkeit gibt oder wo Niemand einen Diätfehler begeht oder Angst vor dem Sterben hat. Diese beiden Autoren sagen, sie hätten keine wesentlichen Unterschiede in den Boden- und Grundwasserverhältnissen der ergriffenen und freigebliebenen Orte nachweisen können, und glauben darauf hin, eine negative Stellung annehmen zu müssen. Wo haben sie denn aber von ihren zahlreichen Hilfsmomenten, die sie im Munde führen, und die sie für wichtig erklären, z. B. Armuth, animalisirte Luft etc., nur im geringsten einen Unterschied zwischen den ergriffenen und freien Orten nachgewiesen? Sie behaupten das eine, weil sie daran glauben, und verneinen das andere, weil sie nicht daran glauben. Glauben oder nicht glauben ist ihr wesentlicher wissenschaftlicher Standpunkt.

In der Beilage zur Allgemeinen Zeitung vom 28. März 1869 erschien eine interessante Zusammenstellung der Choleratodesfälle in den einzelnen Provinzen Oesterreichs im Kriegsjahre 1866, verglichen mit dem vorausgehenden Jahre 1865, wonach in letzterem Jahre nur 422, in ersterem hingegen 165292 Menschen an Cholera in Oesterreich starben, was Manchem beweisen wird, einmal dass der Krieg die Seuche bis zu dieser Höhe gesteigert habe, dann dass wesentlich nur die Landestheile gelitten haben, welche der Schauplatz des Krieges waren oder mehr als andere mit den Truppenbewegungen irgendwie zusammenhingen. So sehr auch ich der Ansicht bin, dass Kriege mit ihren Truppenbewegungen und sonstigem Elend für Cholera höchst förderlich sind, insoferne nicht nur eine Massenverbreitung von Cholerakeim damit verbunden ist, wie sie sonst nicht leicht erfolgt, sondern auch grosse Menschenmassen auf örtlich und zeitlich disponirte Landestheile zusammengedrängt werden, von denen sonst ein grosser Theil an immunen oder gering disponirten Orten leben würde, — so wenig kann ich mir denken, dass der Krieg die Cholera vom Jahre 1865 auf 1866 im Verhältniss von 422 zu 165292 in Oesterreich gesteigert hätte. Ich bin überzeugt, die Zahl der Cholerafälle wäre in Oesterreich im Jahre 1866 nicht viel geringer gewesen, wenn es auch Frieden geblieben, und der Krieg nicht ausgebrochen wäre. Wer bedenkt, wie heftig die Cholera in Oesterreich 1854 und 1855 herrschte, ohne dass

das Land in einen Krieg verwickelt war, der wird sich hüten, den Schluss zu ziehen, zu dem der Sensationsartikel: „Der Krieg von 1866 und die Seuchenstatistik“ verleiten könnte. Luxemburg, Belgien und Holland waren am deutschen Kriege nicht betheiliget und doch hatten sie im Jahre 1866 die zahlreichsten und heftigsten Choleraepidemien, welche diese Länder je heimgesucht haben. In Preussen waren diejenigen Landestheile und Städte, welche keine Truppen vom Kriegsschauplatze empfangen, sondern im Gegentheil ihre Besatzungen dorthin evacuirt hatten (z. B. Königsberg, Stettin, Berlin) nicht minder ergriffen, als andere Städte, welche mit solchen Truppen vom Kriegsschauplatze überfüllt waren, ja mehrere solcher Städte blieben trotz aller Einquartierung inficirter Truppen von Epidemien ganz frei.

Wenn ich endlich das Kriegs-Cholerajahr 1866 mit dem Friedens-Cholerajahr 1854 in Bayern vergleiche, so müsste ich sogar den Schluss ziehen, dass der deutsche Krieg der Cholera sehr hinderlich gewesen sei, denn im Jahre 1854 verlor Bayern gegen 10,000 Menschen an Cholera, im Kriegsjahre 1866 nicht 1000. Solche Irrthümer werden aber so lange wiederkehren, bis man den bedingenden Einfluss der örtlichen und zeitlichen Disposition nicht mehr geringer schätzen wird, als den Einfluss des Verkehrs und jedenfalls höher als den Einfluss der individuellen Disposition. Der Einfluss des Verkehrs wird gegenwärtig von den Meisten ebenso blindlings als allein entscheidend angenommen und überschätzt, als er in den Dreissiger Jahren blindlings verneint und unterschätzt wurde.

Ich setze den Fall, die Herren Vogt und Volz hätten den Glauben von der Verbreitung der Cholera durch den Verkehr nicht schon geerbt, sondern hätten ihn sich erst durch ihre Untersuchungen in Franken mühsam erwerben müssen; ich glaube, es wäre ihnen nicht gelungen, wenn sie die Thatsachen genauer geprüft hätten. Beide schuldigen wesentlich die hanseatischen Truppen an, dass diese die Cholera auf den fränkischen Kriegsschauplatz gebracht, was ohne Zweifel auch der Fall ist. Dr. Cordes hat mir eine ganz genaue amtliche Marschroute der Bataillone von Hamburg und Lübeck verschafft, die ich bei einer andern Gelegenheit noch näher verwerthen werde.

Die Lübecker Bataillone blieben frei von Cholera, hatten nur Cholerinen, hingegen die Hamburger litten daran. Die Infanterie ging am 22. Juli von Hamburg mit der Eisenbahn ab. Theile dieses Truppenkörpers verweilten vom 23. Juli bis zum 26. August an verschiedenen Orten Frankens:

1/2	Tag und 1 Nacht	in Frankfurt a/M.,
1	Tag und 2 Nächte	in Aschaffenburg,
1	Nacht	in Miltenberg,
1/2	Tag und 1 Nacht	in Wüstenzell und Holzkirchen,
2	Tage	in Gerchsheim,
2	„	„ Schönfeld,
8	„	„ Grünsfeld,
9	„	„ Messelhausen,
9	„	„ Vilchband,
9	„	„ Ober- und Unter-Ballbach,
5	„	„ Distelhausen,
5	„	„ Dittigheim,
4	„	„ Kützbrunn,
3	„	„ Zimmern,
5	„	„ Lauda,
5	„	„ Ober-Lauda,
16	„	„ Schweigern, Boppstadt, Ober-Wittstadt, Unter-Schüpf, Sachsenflur,
17	„	„ Boxberg, Wölchingen, Angelthürn, Ballenberg,
18	„	„ Unter-Eibigheim,
15	„	„ Unter-Wittstadt,
14	„	„ Windischbuch,
14	„	„ Deinbach,
3	„	„ Unterschüpf,
2	„	„ Langenrieden,
2	„	„ Kupprichhausen,
1	„	„ Berolsheim,
3	„	„ Assamstadt, Kleppsau, Neunstetten,
2	„	„ Werbach,
2	Nächte	„ Rosenberg und Hirschlanden.

Also über 40 Ortschaften wurde der Cholerakeim innerhalb eines Monats in Franken ausgestreut, von denselben Truppentheilen. Man frage sich nun, wo zeigten sich Epidemien, wo einzelne Fälle, wo gar nichts?

Darunter sind 4 Orte mit Epidemien (Gerchsheim, Schönfeld, Grünsfeld und Dittigheim), dann 13 Orte mit sporadischen Fällen, (Holzkirchen, Vilchband, Kützbrunn, Zimmern, Schweigern, Unterschüpf, Boxberg, Wölchingen, Angelthürn, Untereubigheim, Windischbuch, Assamstadt und Wörbach) und endlich 23 Orte, wo sich gar keine Cholera zeigte. Zwar hat Herr Vogt (S. 2) gesagt: „Wo diese Truppen mit der Bevölkerung zusammenkamen, liessen sie den Keim der Krankheit zurück, und es brach die Cholera ohne Vorläufer mit überraschender Schnelle und Heftigkeit aus"; dennoch aber ist gerade nur das Gegentheil die Regel, und Ortsepidemien sind seltene Ausnahmen.

Welch ein grosses Glück, dass schon so viele Medicinalbeamte an die Verbreitung der Cholera durch den Verkehr glauben — denn mit solchen Thatsachen, worauf die amtlichen Choleraberichte ruhen, könnte man es selbst ihren Verfassern nicht entfernt auch nur wahrscheinlich machen, wenn sie nicht schon vorher gläubig gewesen wären. Man dürfte nur wollen, und man könnte auf Grundlage der Thatsachen von 1866 in Franken den Streit zwischen Contagionisten und Miasmatikern wieder ebenso lebhaft schüren und gründlich führen, wie 1836.

Warum nun glauben so Viele noch nicht an den Einfluss von Boden und Grundwasser, und einige Wenige so fest? Ich glaube, dieser Mangel an Glauben hat einen einfachen Grund. Die meisten Ungläubigen haben sich weder mit Studien über die Verbreitungsart der Cholera überhaupt, noch viel weniger mit Studien über Boden und Grundwasser näher befasst. Herr Vogt sagt desshalb mit ebensoviel Recht als Bestimmtheit: „Warum die Cholera in einem Orte epidemisch auftritt, in dem andern nicht, unter ganz gleichen Verhältnissen des Bodens und Grundwassers, wie unsere Untersuchungen ergaben, darauf vermag ich keine Antwort zu geben, aber Herr v. P. ebensowenig." Darin liegt's, dass die Untersuchungen des Herrn V. ihm kein Recht, selbst nicht

entfernt geben, dem Boden oder Grundvasser auch nur den geringsten Einfluss zuzusprechen; aber darin irrt er, dass er glaubt, sie geben ihm ein Recht zum Gegentheil, gegen ihren Einfluss zu sprechen. Ich weiss in den Fällen, die ihm vorgelegen haben, ebensowenig Antwort auf seine Frage zu geben und zwar aus demselben Grunde wie Herr Vogt; denn auch ich habe in den betreffenden Orten keine Untersuchungen gemacht.

Dass Derjenige, welcher sich nicht auf meinen Standpunkt stellt, die Dinge ganz anders sieht als ich, und Vieles gar nicht, darf kein Staunen erregen; er darf dann aber auch nicht behaupten, dass ich falsch sehe. Ich habe Herrn Vogt schon bei einer andern Gelegenheit entgegengehalten[1]), 1) dass er nicht von einem einzigen Orte, der ihm für sein absprechendes Urtheil über den Einfluss der Grundwasserverhältnisse als Beleg gilt, letztere durch Beobachtungen und Untersuchungen kennt, 2) dass er nicht weiss, unter welchen Umständen der Stand des Wassers in den Brunnen eines Ortes auch ein Ausdruck für den Wechsel der Durchfeuchtung der darüber liegenden Schichten ist, dass er überhaupt die Definition vom Grundwasser nicht kennt, und 3) dass er die Permeabilität eines Bodens für Wasser und Luft nicht nach dem Grade seiner Porosität, sondern nach der Festigkeit seines Zusammenhangs beurtheilt. Hr V. scheint diese 3 Punkte nicht für Einwürfe gehalten zu haben[2]), sondern fasst sie als „persönliche Invectiven" auf, wesshalb er auch sehr leicht darüber hinweg geht. Ueber den ersten Punkt findet sich in seiner Erwiderung gar nichts. Von einer Beachtung des zweiten Punktes zeugt eine Stelle, wo Hr. V. sagt: „Wie? Nicht verstehen was Grundwasser ist? Das weiss in Würzburg jeder Lehrjunge, — der Wasserspiegel im Boden." Hätte Hr. V. sich doch den Lehrjungen zum Muster genommen, und mehr nach dem Wasser im Boden und nicht bloss nach dem Wasserspiegel in den Brunnen gesehen. Ich habe doch so oft schon auf die zahlreichen Fälle aufmerksam gemacht, wo das sehr zweierlei ist, wo sich in verschiedenen Schichten oft nur vorübergehend in gewissen

1) Aerztliches Intelligenzblatt, München 4. Februar 1869 S. 39.

2) S. ärztliches Intelligenzblatt 21. Januar 1869 S. 18.

Zeiten, Grundwasser herstellt, was zur Speisung von Brunnen nicht dienen kann, wozu man die erforderliche Wassermenge oft erst in viel grösserer Tiefe findet. Ich kenne zwar die Schichtungsverhältnisse von Waldbrunn nicht, auf das er sich beruft, und aus dem Berichte des Hrn. Vogt lässt sich auch nicht viel ersehen, aber Eines ist mir aufgefallen, nämlich die Lage des Ortes am Abhange eines Hügels und die Wasserarmuth und Tiefe der Brunnen. Man hat mehrere Keller an diesem Abhange feucht gefunden, „allein das rührte von dem Regenwasser her. Grundwasser existirt in dem hochgelegenen Orte nicht.“ Und doch sagt Hr. V. kurz vorher, dass der Abhang, auf dem Waldbrunn liegt, bis zu einer Tiefe von 6 Fuss aus grünlich grauem Letten mit Kalkgerölle und stellenweise aufgelagerten Lehmschichten bestehe. Nimmt man den unmittelbar darunter liegenden Muschelkalk als compact an oder nicht, so verhält sich diese poröse Schichte gegenüber den atmosphärischen Niederschlägen doch immer der Art, dass ich, ohne dort gewesen zu sein und Beobachtungen gemacht zu haben, zu behaupten wage, dass es in diesen obersten Schichten öfter zur Bildung von Grundwasser auf kürzere oder längere Zeit kommen muss, das nur nicht im Stande ist, Brunnen zu speisen, weil es zu wenig Zufluss und Nachhaltigkeit hat. Hr. V. scheint auch nicht zu bedenken, dass alles Grundwasser nur Regenwasser ist, welches in den Boden eingedrungen ist, und er belegt willkürlich nur das Wasser in Brunnen mit dem Namen Grundwasser. Wie mir scheint, hat auch er sich zu seiner irrthümlichen Vorstellung durch meine Grundwasserbeobachtungen in München verleiten lassen, wo allerdings in Folge der Bodenbeschaffenheit der Spiegel der Brunnen stets in derselben Ebene wie das Grundwasser liegt. Wer etwas über das Grundwasser und seine Schwankungen in Waldbrunn angeben wollte, müsste dort ganz anders verfahren und beobachten, als ich es in München mache; — die zwei Brunnen dort (der eine 125, der andere 80 Fuss tief) sind jedenfalls ganz unbrauchbar, um sich ein Urtheil über die wechselnde Menge und Bewegung des Wassers in der Schichte zu bilden, auf welcher Waldbrunn erbaut ist. Dass sich Hr. V. auf diesen Fall beruft, zeigt deutlich, dass er unter Grundwasser etwas ganz anderes versteht, als ich.

Ebenso wenig wie den Boden und das Grundwasser von Waldbrunn kenne ich die senkrecht aufsteigenden Felsenwände von Buntsandstein, an denen die „Choleraschwalbennester" von Rothenfels hängen, aber doch weiss ich, dass der Schluss falsch ist, den Hr. V. bei dieser Gelegenheit zieht, dass nämlich der tausendjährige Mainzer Dom nicht mehr stehen könnte, wenn der Buntsandstein, aus dem er erbaut ist, porös wäre. Auf Malta findet man Bauten noch aus der Zeit der Phönizier, und doch besteht der dortige Baustein zum dritten Theil seines Volums aus Poren. Ich habe die Porosität des Sandsteins an der betreffenden Localität in Rothenfels ebensowenig wie Hr. V. bestimmt, wir können daher beide nichts bestimmtes darüber aussagen, aber der Stein scheint mir doch einen hohen Grad von Porosität zu haben, wie aus einer schon oben S. 206 mitgetheilten Stelle des amtlichen Berichts hervorgeht.

Hr. V. hat sich wesentlich auf diese zwei Orte, auf Waldbrunn und Rothenfels berufen. So beweiskräftig Waldbrunn für meinen zweiten Einwurf ist, dass Hr. V. die Definition vom Grundwasser nicht kennt, so sicher thut Rothenfels dar, dass auch mein dritter Einwurf gerechtfertigt war, dass Hr. V. wirklich die Permeabilität eines Bodens nicht nach dem Grade seiner Porosität, sondern nach der Festigkeit seines Zusammenhanges beurtheilt. Wichtig scheint mir noch zu erwähnen, dass diese beiden Beispiele nicht von mir, sondern von Hrn. V. selbst ausgewählt worden sind.

Was mir an dem fränkischen Cholerafelde von 1866 von Anfang an aufgefallen ist, ist seine merkwürdige Begränzung innerhalb des Dreiecks, welches die Krümmung des Maines einschliesst, soweit sein Lauf von Ochsenfurt nördlich über Würzburg nach Gemünden, dann wieder südlich über Lohr, Rothenfels und Wertheim bis Miltenberg bis nahe zur gleichen Breite von Ochsenfurt herabgeht. Die Truppenzüge haben sich bekanntlich nicht auf dieses Dreieck beschränkt. Wir haben auf bayrischem Gebiet 11 und auf badischem 10 Ortsepidemien gehabt. Merkwürdigerweise liegen die epidemisch ergriffenen Orte wesentlich in zwei in verschiedener Richtung laufenden Strichen und dazwischen liegt wieder ein Strich von ganz frei gebliebenen oder nur sporadisch berührten Orten. Die beiden Striche vereinigen sich gewissermaassen in einem Winkel, dessen Spitze in

Karlstadt liegt. Eine ziemlich gerade Linie von Karlstadt gegen Mergentheim gezogen, verbindet die Epidemien von Karlstadt, Laudenbach, Zellingen, Hettstadt, Waldbrunn im Bayerischen, dann Gerchsheim, Schönfeld, Ilmspan, Grünsfeld, Gerlachsheim mit Dittigheim im Badischen, — der andere Strich folgt mehr einer gekrümmten Strecke des Mains und verbindet Rothenfels, Birkenfeld, Tiefenthal, Wertheim, Stadtprozelten, Freudenberg, Miltenberg und Walldürn. Nur die Epidemie von Kuelsheim liegt zwar auch noch innerhalb des Dreiecks, aber ausserhalb dieser beiden Striche. Diese Epidemie war übrigens auch die schwächste von allen (0,5 Procent der Bevölkerung), so dass sie Volz kaum mehr zu den Epidemien rechnet.

Zwischen diesen beiden Strichen liegen nun, namentlich auf bayerischem Gebiet, zahlreiche Ortschaften, welche als Mittelpunkte strategischer Operationen vom Kriege, der Einquartierung und Spitälern am meisten und theilweise sehr zu leiden hatten, z. B. Remlingen, Uettingen, Rossbrunn, Helmstadt und doch frei von Epidemien blieben. Ebenso liegen östlich von dem Strich, der von Karlstadt nach Gerlachsheim führt, die Städte Würzburg und Heidingsfeld, wo trotz aller Einquartierung die Epidemie keinen Fuss fassen konnte. Haben besondere atmosphärische Niederschläge in der vorausgehenden Zeit in diesen Strichen die Grundwasserverhältnisse, die ein vorübergehendes zeitliches Moment zu bilden im Stande sind, der Cholera vorübergehend und stellenweise günstiger gestaltet, als eben der Keim durch die Truppen eingeschleppt wurde? Sind die Bodenverhältnisse andere? Dass auch in diesen Strichen wieder Orte liegen, die frei blieben, würden eine solche Annahme noch nicht unzulässig machen, da wir ja so und so oft sehen, wie die Cholera selbst in ein und demselben Orte gewisse Theile heftig ergreift und andere Theile gänzlich verschont, z. B. Nürnberg, Fürth etc., was sich stets aus Verschiedenheiten der Höhe und Form der Oberfläche und aus der verschiedenen Bodenbeschaffenheit im Zusammenhalt mit den Grundwasserverhältnissen genügend erklären liesse. Leider kann man, falls wirklich dieses verschiedene Auftreten der Krankheit seinen wesentlichen Grund in der zeitlichen Disposition hätte, was mir das wahrscheinlichste ist, jetzt nichts mehr darüber in Erfahrung bringen, — denn um hierüber Erkundigungen einzu-

ziehen oder noch Beobachtungen zu sammeln, hätte man gleich dazu thun müssen, als noch alles in frischer Erinnerung war, oder so lange sich noch Spuren von den supponirten Einflüssen hätten auffinden lassen. Eine spätere Zeit wird es wahrscheinlich nicht mehr begreifen, warum die bayerische Regierung neben Herrn Vogt nicht noch Jemand, der sich auf einen andern Standpunkt gestellt hätte, gefunden und zum Studium der Choleraepidemien nach Franken abgeordnet hat, schon nach dem alten Grundsatz: Audiatur et altera pars, und weil eine so günstige Gelegenheit, wie sie ein Krieg für die Beobachtungen bietet, hoffentlich nicht so bald wiederkehrt.

Cholera auf Schiffen.

Man hat sich auch auf das Vorkommen der Cholera auf Schiffen vielfach berufen, um zu beweisen, dass man keinen Boden und kein Grundwasser für die Cholera brauche. Wie irrig diese Voraussetzung ist, habe ich im vorigen Jahre mit Staunen gesehen, als ich mich mit dem Vorkommen der Cholera auf den Schiffen im Mittelmeere und in den indischen Gewässern etwas eingehender beschäftigte, was Pflicht meiner Gegner gewesen wäre, ehe sie sich darauf gegen mich beriefen. Ich habe in meiner Abhandlung über die Immunität von Lyon und das Vorkommen der Cholera auf Seeschiffen[1]) auf Grund der Wirklichkeit nachgewiesen, dass gerade nichts lauter für den wesentlichen nothwendigen Einfluss des Bodens auf die specifische Choleraursache spricht, als das Verhalten der Krankheit auf den Schiffen. Ob auf den Schiffen nun gerade alles genau so ist, wie ich mir es einstweilen vorstelle, lasse ich dahingestellt sein, aber so viel scheint mir gewiss, dass die bisherigen Einwürfe, die von daher gegen den Einfluss des Bodens genommen worden sind, ebenso wenig eine Bedeutung mehr haben können, als wenn man auf einem Schiffe Wechselfieber beobachtet hätte und daraus einen Beweis gegen den wesentlichen Einfluss des Sumpfbodens ableiten wollte.

---

1) S. Zeitschrift für Biologie, Bd. IV, S. 426—444.

Choleraepidemien im Winter in St. Petersburg.

Nebst der Cholera auf Schiffen, nebst Malta und Gibraltar wurde meiner Anschauung auch sehr regelmässig das Vorkommen der Cholera in St. Petersburg im Winter, bei hartgefrorener, mithin felsenfester Oberfläche des Bodens entgegen gehalten. Selbst Virchow kommt S. 59 seiner Studie darauf zu sprechen und beruft sich darauf, dass Ilisch in seinen Untersuchungen über Entstehung und Verbreitung des Choleracontagium darauf hingewiesen habe, dass ein mehrere Fuss tief gefrorner mit Schnee bedeckter Boden für Luft undurchdringlich sei. Virchow scheint das also zu glauben, oder wenigstens einen Augenblick geglaubt zu haben, als er diese Stelle niederschrieb.

Man denke sich den Boden von St. Petersburg mit seinem durchschnittlichen Wassergehalte vor Eintritt des Frostes, und Jedermann wird ihn unbedenklich für porös und für Luft leicht durchdringlich halten. Wenn nun dieses Wasser im Boden im Winter gefriert, so gewinnt der Boden wohl an Zusammenhang und kann so fest, wie Felsen werden, aber die Festigkeit seines Zusammenhanges kann seine Porosität nicht aufheben. Wenn sich das Wasser beim Gefrieren auch etwas ausdehnt, so beträgt diese Ausdehnung vom Punkte der grössten Dichtigkeit des Wassers bis zum Gefrierpunkte noch nicht ein Tausendstel seines Volumens. Da aber die Porosität eines feuchten Bodens selbst mit 15—20 Gewichtsprocenten Wasser nicht selten noch dem vierten Theil seines Volumens Luft Platz lässt, so müsste sich das beim Gefrieren in ihm enthaltene Wasser nicht blos um Ein Tausendstel, sondern um viel mehr als tausend Tausendstel ausdehnen, wenn es die Luft austreiben und alle Poren luftdicht verschliessen sollte.

Wie porös der Schnee ist, weiss Jeder, der schon Schneeballen gemacht hat. Unter Schnee verschüttet, kann man wohl erfrieren, wenn es zu lange dauert, aber man erstickt nicht, wie im Wasser, wie die Erfahrung schon so vielfach gelehrt hat.

Selbst wenn man noch die Eiskrusten auf der Oberfläche eines porösen Bodens zu Hilfe nimmt, so reicht es noch lange nicht hin, den Boden für Luft undurchdringlich zu machen; man kommt damit

nicht weiter, als wenn man auf die Oberfläche eines solchen Bodens stellenweise Kautschukplätten legen würde, wo sich Niemand einbilden würde, er habe dadurch die darunter und daneben liegenden Bodenschichten luftdicht gemacht. Wer den Boden von St. Petersburg im gefrornen Zustande für luftdichter hält, als im aufgethauten Zustande, begeht denselben Irrthum, wie diejenigen, welche glauben, der Felsen von Malta oder Rothenfels sei desshalb von Luft und Wasser nicht durchdringbar, weil er einen so festen Zusammenhang besitzt, dass man Häuser damit bauen kann.

Sehr lehrreich für den Luftwechsel im Boden sind die Ausströmungen aus den Gasleitungsröhren in den Strassen im Winter und Sommer. Wenn ein im Boden einer Strasse liegendes Gasrohr im Sommer undicht wird, hat es in der Regel keine Gefahr für die Menschen in den nächsten Häusern, hingegen im Winter werden bekanntlich dadurch öfter selbst Todesfälle veranlasst, selbst in Häusern, die keine einzige Gasflamme, kein einziges Gasrohr in ihren Mauern haben. Das wird nun häufig irrthümlich so erklärt, als könne das Gas im Winter durch den gefrornen Boden nicht in die Luft der Strasse entweichen, sondern müsse sich seinen Weg durch's Haus suchen. Der wahre Grund davon aber ist, dass im Winter die geheizten Häuser wie Kamine wirken, nach denen die äussere kältere und deshalb schwerere Luft von allen Seiten und auch durch den porösen Boden durch drückt. Ich kenne einen höchst interessanten Fall aus Augsburg, wo in zwei nebeneinander liegenden Zimmern eines Hauses in einer Nacht der Bewohner des einen Zimmers mit Leuchtgas vergiftet wurde, und nachdem dieser in ein anderes Haus übergesiedelt war, in der folgenden Nacht der Bewohner des nächstliegenden Zimmers dieselben Zufälle bekam. Da im Haus keine Gasröhre war, konnte man sich diese Zufälle anfänglich gar nicht erklären, der Arzt dachte an einen höchst verderblichen Typhusheerd, zuletzt stellte sich heraus, dass das gusseiserne Gasleitungsrohr auf der Strasse, 4 Fuss tief im Boden liegend und 20 Fuss vom Hause entfernt gesprungen war. Das Zimmer, in dem die erste Nacht die Vergiftung durch Leuchtgas erfolgte, war stets am besten geheizt, und es ging die lebhafteste Luftströmung nach ihm. Als dieses Zimmer nun verlassen, gelüftet und nicht

mehr geheizt wurde, war das nächste das verhältnissmässig wärmste und empfing den grösseren Theil der durch den Boden ziehenden, mit Leuchtgas gemengten Luft; die Nacht vorher hatte sie ihm das andere wärmere Zimmer entzogen.

Ich habe ferner in München den Fall erlebt, dass in den Malztennen einer Brauerei die Gerste nicht mehr wuchs, so lange die Gasleitung im Boden der nächsten Strasse in einer Entfernung von mehr als 100 Fuss geborsten war. Um die Bewegung der Luft im Boden zu studiren, bieten die Gasleitungen oft die beste Gelegenheit. Ich werde mehrere solche Fälle, die ich beobachtet habe, einmal ausführlicher mittheilen.

Aus den hier besprochenen, höchst einfachen Gründen kann ich die Ansicht Virchow's über die Bedeutung des Einwurfs des Herrn Ilisch nicht im geringsten theilen. Ueberhaupt, so oft ich lese, dass Autoren, wie Virchow und Macpherson, Hrn. Ilisch citiren, fallen mir stets die Worte von Goethe ein:

„Es thut mir lang schon weh',
„Dass ich Dich in der Gesellschaft seh'."

Herr Ilisch hatte eine Broschüre geschrieben, welche die Mitwirkung von Boden und Grundwasser bei den Choleraepidemien von St. Petersburg entbehrlich erscheinen liess. Er wurde gleich allen anderen, die sich in dieser Richtung öffentlich und entschieden ausgesprochen hatten, von Griesinger, Hirsch, Wunderlich, und mir zur Choleraconferenz in Weimar geladen. Leider erschien von dieser Kategorie fast er allein. Er wiederholte in der ersten Sitzung seine Behauptung, dass in St. Petersburg der Stand des Grundwassers lediglich vom Stand der Newa regiert werde. Die meisten Conferenzmitglieder würden das zwar nicht sofort geglaubt haben, hätten es aber auf Grund von Thatsachen auch nicht widersprechen können. Da fand sich in der zweiten Sitzung noch ein Gast aus St. Petersburg ein, der weder von mir, noch von Herrn Ilisch geladen war. Für mich bewahrheitete sich das alte Sprichwort: die ungeladenen Gäste sind oft die besten. Es war Architekt und Akademiker Herr Alexander von Pöhl, Mitglied des Gesundheitsrathes von St. Petersburg, der sich schon seit mehreren Jahren mit Beobachtung des Grundwassers dort befasst hatte, und der nun der Ver-

sammlung vom Boden und Grundwasser der russischen Hauptstadt ein ganz anderes Bild als Herr Ilisch entwarf und es mit Plänen, Zeichnungen und Zahlen begründete. (Siehe die Verhandlungen der Conferenz S. 32 und den dazu gehörigen Niveau- und Grundwasserplan von St. Petersburg.) v. Pöhl fügte bei: „Ich bin gefragt worden, ob die Grundwasser von St. Petersburg auch im Winter in Bewegung sind, und ob sie auch im Winter den Ansteckungsstoff der Cholera unterstützen könnten? Um den Herren zu beweisen, dass trotz gefrorner Oberfläche des Erdbodens das Grundwasser unter Strassen und Höfen doch in Bewegung bleibt, brauche ich bloss darauf hinzuweisen, dass selbst mitten im Winter aus den Kellerwohnungen oft das von unten über die Fussböden aufgestiegene Grundwasser ausgepumpt wird. Dass dieses ausgepumpte Wasser nur Grundwasser sein kann, ist eine nothwendige Annahme, weil eben durch die gefrorne Erdkruste auch keinerlei Oberwasser in die Keller dringen könnte. Weil die Grundwasser bei uns auch im Winter in Bewegung bleiben, so kann jeder Ansteckungsstoff, auf welchen sie Einfluss haben, zwar nicht durch die gefrorne Oberfläche des Bodens auf Strassen und Höfen, aber um so mehr im Innern der Häuser und in den Kellerräumen wirken, da wir die Häuser, um uns vor dem Frost zu schützen, im Winter fast hermetisch abschliessen."

Herr Ilisch wusste darauf nichts zu entgegnen[1]), als dass er bedauere, dass Herr v. Pöhl sein unterirdisches Nivellement nicht schon früher habe drucken lassen; einstweilen sei in Petersburg angenommen gewesen, was er (Ilisch) in Schrift und Wort mitgetheilt habe: „er bitte desshalb die Versammlung, mit ihrem Urtheil zu warten, bis das unterirdische Nivellement von Pöhl gedruckt und genau geprüft sein würde; bis dahin bleibe er bei seiner Ansicht stehen, dass die Newa vom hauptsächlichsten Einfluss sei."

Gedruckt ist die Karte von Pöhl seit 3 Jahren, ob sie genau geprüft ist, weiss ich nicht, dass sie eine Widerlegung gefunden habe, ist nichts bekannt geworden, aber das weiss ich bestimmt,

1) S. Verhandl. der Conferenz S. 35.

dass eine Widerlegung auch nicht möglich ist, da alles auf sorgfältigen Messungen und constatirten Thatsachen ruht.

Ich gestehe, dass ich die ganz unerwartete Begegnung mit Herrn von Pöhl auf der Choleraconferenz in Weimar zu den wunderbarsten Ereignissen in meinem Leben zähle. Herr v. Pöhl ist kein Jüngling mehr, er kam ohne jede äussere Veranlassung, bloss auf die Kunde von der abzuhaltenden Versammlung, auf eigene Kosten, in ununterbrochener Fahrt von St. Petersburg bis Weimar, um für eine Sache, die er für wahr, gut und wichtig hielt, Zeugniss abzulegen; nach Schluss der Sitzungen reiste er noch in der Nacht ebenso schnell wieder zurück, um seine vielfache Thätigkeit in St. Petersburg wieder aufzunehmen, zufrieden damit, der Wahrheit beigestanden und dem Irrthum entgegengetreten zu sein. Eine solche Handlung gereicht ebenso sehr demjenigen, welcher sie vollbringt, als auch der Sache, welcher sie gilt, zur Ehre.

Hypothetisches.

Ehe ich endige, will ich noch besprechen, wie möglicherweise der Verkehr, der Ort und die Zeit zusammenwirken könnten, um Choleraepidemien zu erzeugen. Ich thue es zwar ungern, weil ich mich einstweilen nur innerhalb sehr weiter, von den Thatsachen gesteckter Gränzen in einem Meer voll Möglichkeiten bewegen muss, und jedenfalls vieles sagen werde, was eine spätere Zeit, vielleicht schon die nächste Zukunft mit reiferer Erfahrung und besserem Wissen vielfach anders finden und ansehen wird; ferner weil ich gegen viele, anderen lieb oder geläufig gewordene Vorstellungen verstossen werde, ohne meine eigene Ansicht vorläufig für etwas anderes, als eine Möglichkeit hinstellen zu können: aber ich glaube doch, ich muss es thun, schon deshalb, weil ich so oft dem Einwurf begegne, man könne nicht an den wesentlichen Einfluss von Boden und Grundwasser glauben, weil man sich gar nicht denken könne, wie diese mit der durch den Verkehr verbreitbaren specifischen Cholerauraache zusammenhängen sollen, gleich als wäre ein derartiger Zusammenhang eine Unmöglichkeit an sich. Dieser scheinbare Mangel an Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit könnte

nicht nur die Trägen und Unfähigen, sondern auch manchen Fleissigen und Fähigen abhalten, sich an der Arbeit zu betheiligen.

In der Wissenschaft hat auch die Phantasie ihr Recht, sie ist sogar ein unentbehrliches Hilfsmittel, wenn auch nicht für jenen Theil des Wissens, der bereits feststeht, und der von den Gelehrten oft allein Wissenschaft genannt wird, so doch für jenen Theil, der noch nicht feststeht, und welcher Forschung genannt wird. Eine Phantasie, welche nur von Thatsachen ausgeht und wieder nur nach Thatsachen hinstrebt, kann nie schädlich sein; sie ist im Gegentheil die wesentlichste Veranlassung, neue Wege zu betreten, um zuletzt den rechten Weg zum Ziele zu finden.

Wer die Zahl und Deutlichkeit der Beweise seit 1817 jetzt für hinreichend hält, dass nicht nur der Einfluss des Verkehrs, sondern auch der des Ortes und der Zeit für das Vorkommen der Choleraepidemien als bedingende Thatsachen anzunehmen seien, wird gleich mir zum Ausgangspunkt für weitere Forschungen über das örtliche Moment die verschiedenen Bodenverhältnisse, und über das zeitliche Moment die Grundwasserverhältnisse wählen müssen, um auf diesem Wege den Zusammenhang zwischen Verkehr, Ort und Zeit weiter zu suchen. Wer aber trotz allem doch noch glauben kann, er vermöge die Ausbreitung der Cholera, sei es 1854 oder 1866, sei es in Bayern oder in Thüringen, oder in Sachsen, oder in London, oder in irgend einem Theile der Erde, doch noch auf gewöhnliche contagionistische Art, blos mit Cholerakeim, Abtritten, Armuth und Diätfehlern zu erklären, den bitte ich, das folgende gar nicht mehr zu lesen, weil ich es nur für diejenigen schreibe, welche neben dem Cholerakeim und der individuellen Disposition auch noch an die Nothwendigkeit der örtlichen und zeitlichen Disposition bereits glauben.

Bezüglich der specifischen Choleraursache drängt sich uns immer mehr die Vorstellung auf, dass sie etwas Organisirtes sei, von einer Feinheit und Kleinheit, dass sie bisher unserer direkten Wahrnehmung noch entgangen ist, gleich den Gährungskeimen, welche die atmosphärische Luft trägt, die wir auch nur in ihren Wirkungen und in weiteren Entwicklungsstadien als Hefenzellen wahrnehmen, wenn sie ein für ihre weitere Entwicklung geeignetes

Substrat finden. Die Verbreitung des Cholerakeimes dürfen wir aber nicht, wie man früher so häufig gethan hat, der freien Atmosphäre überlassen, nicht als ob so etwas undenkbar oder eine Unmöglichkeit von vorneherein und an sich schon wäre, sondern weil diese Vorstellung von den Thatsachen nicht nur nicht unterstützt, sondern geradezu widersprochen wird. Wir sehen die Choleraepidemien oft nicht von einem Stadttheil auf den andern übergehen, während man sie namentlich in Indien oft entgegengesetzt der Richtung der dort herrschenden constanten Winde sich ausbreiten sieht. Es ist selbst bei den Gährungskeimen, aus denen sich unter Umständen die gewöhnliche Hefenzelle entwickelt, nicht im mindesten nachgewiesen, dass sie auf grössere Entfernungen hin durch die freie Luft noch lebensfähig getragen werden können. Ich erinnere mich, in den Untersuchungen von Pasteur gelesen zu haben, dass Luft bei einer Besteigung des Montblanc gesammelt und in einer Glasröhre eingeschmolzen nach Paris gebracht, die Zuckergährung in Flüssigkeiten nicht mehr einzuleiten vermochte, während die Luft aus den Häusern oder Strassen von Paris dieses Vermögen immer besitzt, wenn auch zeitweise mehr oder weniger. Mir ist denkbar, dass auch diese allgemein vorkommenden Gährungskeime rasch in der freien Luft zu Grunde gehen, und sich der Luft in unsern Häusern und Strassen nur beständig immer wieder beimischen, vom Boden oder irgend einem Enstehungsorte oder Herde ausgehend. Um mit den Thatsachen in Uebereinstimmung zu bleiben, ist es daher nothwendig, sich den Cholerakeim in irgend einer Weise an den menschlichen Verkehr gebunden zu denken.

So wenig Widerspruch gegenwärtig mehr die Ansicht im allgemeinen findet, dass man sich die specifische Ursache der Cholera wie eine Art Pilzspore und den Choleraprocess etwa wie eine Art Gährung vorstellen könne, so sehr gehen die Vorstellungen noch darüber auseinander, was der Keimboden für diesen Keim sein könnte, mit dessen Hilfe Choleraepidemien hervorgerufen werden. Die hierüber gegenwärtig noch herrschenden Ansichten sind entweder so zerflossen oder den Thatsachen der wirklichen Choleraverbreitung so zuwider, dass man mit Bestimmtheit sagen kann, dass die Untersuchungen kein Resultat liefern werden, ehe man nicht von andern

Vorstellungen ausgeht, die uns weniger weit von den Thatsachen entfernt halten. Und darin liegt die grosse praktische Wichtigkeit der Hypothese. Wenn feuchtes Brod, eine Citronen- oder Kartoffelscheibe, eine Eiweisslösung, die Darmschleimhaut oder faulende menschliche Excremente u. s. w. das für die Cholera neben dem Cholerakeime nöthige Substrat sein können, so ist eine bestimmte örtliche und zeitliche Disposition weder nothwendig noch möglich. Die Thatsachen der wirklichen Choleraverbreitung verlangen aber auf das Bestimmteste, dass wir ebenso, wie wir aus den specifischen Krankheitserscheinungen auf einen specifischen Cholera k e i m, den der Verkehr verbreitet, geschlossen haben, auch auf ein bestimmtes S u b s t r a t schliessen, welches aber nicht unser Körper, sondern äussere Umstände, Ort und Zeit liefern. Der Einfluss von Ort und Zeit auf die Ausbreitung von Choleraepidemien ist von jeher so in den Vordergrund getreten, dass er den Einfluss des Verkehrs oft ganz untergeordnet erscheinen liess, wie auch die oben mitgetheilte Marschroute der Hamburger Bataillone in Franken neuerdings wieder gezeigt hat.

Bei der Gährung, die man so gerne als Beispiel wählt, ist es nicht im geringsten anders; auch da muss neben dem specifischen Gährungskeim, aus dem sich die Hefenzelle entwickelt, noch ein bestimmtes Substrat, nämlich der Zucker im Moste oder in der Bierwürze gegeben sein, wenn das specifische Produkt der Gährung, der berauschende Alkohol entstehen soll. Es ist nicht ohne Interesse, den Vergleich zwischen Gährungskeim und Cholerakeim, zwischen Most und dem Cholerasubstrat, zwischen Alkoholrausch und Choleraanfall unter verschiedenen Umständen weiter zu verfolgen.

Man denke sich die Alkohol-Gährungskeime weniger allgemein verbreitet, etwa auch nur in Indien zu Hause und auch nur durch den menschlichen Verkehr, wie die Cholerakeime, verbreitbar. Ferner denke man sich, wie an gewissen Orten und zu gewissen Zeiten seit Menschengedenken Most erzeugt worden ist, der bisher ohne jeden Schaden, ohne jede auffallende Wirkung genossen wurde, weil er nie in geistige Gährung kam, so lange der specifische Gährungskeim aus Indien fehlte. Wenn nun der Verkehr den Gährungskeim einmal gerade zur Mostzeit in solche Mostorte brächte, so würden unter den Menschen Rauschepidemien entstehen, wenn sie ihr ge-

wohntes Getränk nicht meiden könnten, gerade so, wie Cholera-epidemien entstehen, während wir die Luft über gewissen Oertlichkeiten athmen.

Aus diesem Gleichniss lässt sich auch entnehmen, dass weder der Cholerakeim, noch das Cholerasubstrat für sich die Cholera-krankheit zu verursachen brauchen, dass das Wirksame erst aus einer Wechselwirkung beider hervorgehen kann. An Orten und zu Zeiten, wo es keinen zuckerhaltigen Most gibt, könnte der Verkehr jede beliebige Menge Gährungskeim einschleppen, die Menschen würden keine Räusche davon bekommen, so wenig sie vorher selbst in den besten Mostorten und zu Mostzeiten welche bekamen, so lange der specifische Gährungskeim fehlte.

Betrunkene könnten aus Mostorten in Orte oder Quartiere gebracht werden, die keinen Most haben, ohne dort den Rausch zu verbreiten, sie müssten denn neben dem Gährungskeime hie und da noch eine Flasche voll gegohrnen Most vom andern Orte mitbringen. In diesen Fällen würden an einem mostfreien Orte keine Epidemien, sondern nur einzelne, sporadische Räusche vorkommen. Mir ist denkbar, dass Cholerawäsche und ähnliche Dinge nichts als passende Gefässe sind, um eine genügende Menge nicht nur von Cholerakeim, welcher der Hefenzelle, sondern auch von fertigem Cholerastoff, welcher dem gegohrnen alkoholhaltigen Most entspricht, von einem Orte zum andern zu verschleppen. Um stark inficirte Orte herum kommt immer auch noch eine grössere Anzahl sporadischer Fälle in solchen vor, die nicht epidemisch ergriffen werden, weil es möglicherweise im Orte an Substrat (Most) fehlt, oder weil die Mostzeit da noch nicht eingetreten oder bereits vorüber ist. Der direkt krankmachende Stoff stammt aber immer von inficirten (Most-) Orten, wo die Betroffenen entweder gewesen sein müssen, oder von woher ihnen Jemand eine genügende Menge gegohrnen Most gebracht haben muss.

Die Entstehung eines einzelnen Cholerafalles darf nie anders aufgefasst oder erklärt werden, als eine ganze Epidemie, gleichwie der Alkoholrausch von hundert Personen keine andere Entstehungsursache haben kann, als der von einer einzigen oder einzelnen. Die Pathologen und Aerzte begehen einen Verstoss gegen diese einfache

Logik, welche annehmen, dass der eingeschleppte Cholerakeim wohl zum Zustandekommen von **Epidemien** örtliche und zeitliche Disposition als nothwendig voraussetze, nicht aber zum Zustandekommen einzelner **sporadischer Fälle**, die man auch durch einfache Uebertragung des Cholerakeims ohne jeden Einfluss des Bodens erklären dürfe. In dieser Annahme liegt ein ähnlicher Irrthum oder Widerspruch, als wenn man z. B. denken wollte, dass für gewöhnlich und in grosser Zahl die Menschen allerdings nur von Most berauscht würden, dessen Zuckergehalt durch die Thätigkeit der Hefenzellen in Alkohol verwandelt worden ist, aber in einzelnen Fällen könne auch der Genuss von Hefenzellen allein ohne Most berauschen, oder in Ermanglung des Bodens könne auch unser eigener Körper einmal den nöthigen Most liefern, den sonst bei Epidemien Ort und Zeit liefern.

Ich habe schon auf der Choleraconferenz in Weimar (siehe deren Verhandlungen S. 87) die Nothwendigkeit hervorgehoben, alle Cholerafälle, sie mögen einzeln in einem Orte vorkommen, oder einer Ortsepidemie angehören, stets nur auf ein und dieselbe Entstehungsursache zurückzuführen und eine doppelte Erklärung als logisch unrichtig zu verwerfen, aber ich habe mich damals merkwürdigerweise sogar vor meinen nächsten Freunden nicht ganz verständlich machen können. Ich war damals schon von der Nothwendigkeit und Wesentlichkeit der örtlichen und zeitlichen Disposition und ihrer Nicht-Identität mit der individuellen Disposition bei Cholera so überzeugt, als Jeder überzeugt sein muss, dass man keinen Alkoholrausch ohne vorhergegangene Gährung, und keine Gährung ohne Zucker und Hefenzellen zugleich sich denken kann, während manche nicht abgeneigt sind, eine Wirkung des Cholerakeims auch ohne das vom Boden stammende Substrat für möglich zu halten, und zu glauben, für manche Fälle brauche man doch gewiss keinen Einfluss des Bodens anzunehmen, auch die Einschleppung des blossen Cholerakeimes könne einige wenige Fälle im Orte, wenn auch keine Epidemien zur Folge haben. Diese machen noch keinen so bestimmten Unterschied zwischen Hefe und Wein, wie ich. Sie sind noch jenen guten Zollbeamten ähnlich, die nur auf Das sehen, was declarirt ist, im vorliegenden Falle Keim oder

Hefe, während ich schon immer angenommen hatte, bei solchen Gelegenheiten werde vom andern Orte her manchmal auch noch eine eben hinreichende Menge Most oder Alkohol mit eingeschmuggelt, gleichviel ob der den Verkehr vermittelnde Fuhrmann und der den Verkehr überwachende Beamte etwas davon weiss oder nicht.

Der Vergleich des Choleraprocesses mit der Alkoholgährung bietet noch so viele Analogien, dass man unwillkürlich zu dem Glauben veranlasst wird, beide Processe müssen in ihrem Wesen ähnlich sein, und dass man getrost die noch unbekannten Theile des einen nach den bekannteren Theilen des andern betrachten dürfe. Selbst die individuelle Disposition macht sich bei der Wirkung der weingeistigen Getränke, wie bei der Cholera geltend. Der eine bekommt schon von einer halben Flasche einen Rausch, der andere bleibt bei der drei- und vierfachen Menge noch ganz nüchtern; bei einem wirkt der Wein schon nach einigen Minuten, bei einem andern erst nach Stunden, bei schwachem Magen anders, als bei gutem u. s. w.

Das Gleichniss von der Weingährung macht uns noch auf etwas aufmerksam, worüber man sich bisher noch gar zu wenig Gedanken gemacht hat. Die Meisten betrachten die Krankheit immer noch zu gerne einfach als eine Folge der Aufnahme des Cholerakeims aus Indien in den Körper, während die Krankheit wahrscheinlich wie der Alkoholrausch nur Folge der Aufnahme eines Produktes, vielleicht eines nicht organisirten, ist, welches aus der Wechselwirkung zwischen Keim und örtlicher und zeitlicher Disposition ähnlich hervorgeht, wie der Alkohol aus einer Wirkung der Gährungskeime auf den im Ort erzeugten Most.

Man sieht, wie wenig man gezwungen werden kann, den eigentlichen Cholerastoff, der in uns die Krankheit zunächst hervorruft, ohne weiteres als etwas Organisirtes sich zu denken, selbst wenn man annimmt, dass ein specifischer Organismus zur Erzeugung des Cholerastoffes ebenso unentbehrlich ist, wie die Hefenzelle zur Erzeugung des berauschenden Alkohols im Moste und in der Bierwürze. Das zunächst Krankmachende könnte sowohl ein fester, wie flüssiger oder gasförmiger organischer, nicht organisirter Stoff, wie der Alkohol, sein, er braucht weder einem Pilze, noch einer Trichine

ähnlich zu sein. Das pathologische Wesen der Cholera widerspricht einer derartigen Anschauung nicht, im Gegentheil, es spricht sogar dafür, insoferne man mit Arsenik — einem gewiss nicht organisirten Stoffe — alle pathologischen Erscheinungen der Cholera hervorrufen kann, und zwar bis zu einem solchen Grade täuschender Aehnlichkeit, dass nach dem Aktenausweis mancher Gerichte während einer Choleraepidemie nicht selten Giftmorde mit Arsenik unbedenklich als Cholerafälle registrirt worden sind. Falls es sich so verhält, dass der cholera-erzeugende Stoff analog dem Alkohol ist, wären die Fälle, wo die eingeschleppte Cholera bald in 2 und 3 Tagen, bald in eben so viel Wochen den ersten Fall oder eine Epidemie im Orte nach sich zieht, oder selbst gar keinen, alle leicht erklärlich, je nachdem alkoholhaltiges Gährungsprodukt oder bloss Hefe oder beides zugleich verschleppt würde, je nachdem das örtliche Gährungsmaterial eben vorhanden wäre oder nicht.

Falls der Choleraprocess analog der weingeistigen Gährung ist, dann ist es gewiss auch unsere nächste Aufgabe, nach dem Theile zu suchen, der dem Most und dem Zucker in ihm entspricht, dessen Bildung von örtlichen und zeitlichen Umständen abhängt. Ich bin überzeugt, wir werden den Cholerakeim erst kennen lernen und studiren können, wenn wir einmal sein Substrat kennen, dessen Bildung immer von Ort und Zeit abhängt, gleichwie wir auf die Bedeutung und Wirkung der Hefenzelle erst aufmerksam geworden sind, nachdem wir längst den Most und seinen Zuckergehalt gekannt hatten. Die Boden- und Grundwasserverhältnisse, die jedenfalls die ersten fassbaren Glieder an dem Substrate von Ort und Zeit sind, werden uns allmälig weiter leiten, wir werden die organischen Stoffe und ihre Processe im Boden zu verschiedenen Zeiten näher kennen lernen, gleichwie man allmälig die wesentlichen Bestandtheile von Most und Wein entdeckte, den Alkohol z. B. erst 1300 Jahre nach Christi Geburt, nachdem sich aber die Menschheit schon seit vielen Jahrtausenden an ihm berauscht hatte: ähnlich werden wir den eigentlichen Choleramost, darin die Cholerahefe und dann als Resultat der Wirkung beider den eigentlichen krankmachenden Cholerastoff (Choleraalkohol), das Choleragift, finden, und das alles vielleicht viel früher, als wir den Cholerakeim er-

blicken, dessen Entdeckung vielen schon nahe zu liegen scheint und oft für die conditio sine qua non der Weiterforschung betrachtet wird. Bei der Weingährung kennen wir bereits alle wesentlichen Theile, bis auf die in der Luft schwebenden Gährungskeime, die sich im Moste zur Hefenzelle entwickeln, und so habe ich wenig Hoffnung, dass wir bei dem noch so dunklen Choleraprocess jenen Theil zuerst finden werden, den wir selbst beim beststudirten und bekanntesten der Gährungsprocesse noch vermissen.

Ich kann mir nicht denken, dass der Cholerakeim mit den unorganischen Bestandtheilen des Bodens, mit Mineralstoffen und Wasser und Luft, d. h. mit den Boden- und Grundwasser-Verhältnissen unmittelbar zusammen wirken könnte. Die Thatsachen zeigen, dass die Cholera vorzüglich jenen Boden liebt, der schon organische und organisirte Stoffe enthält. Von den organischen Stoffen im Boden haben von jeher die stickstoffhaltigen die Cholera am meisten zu begünstigen geschienen, was in der neuesten Zeit wieder in einer interessanten Weise durch die Untersuchungen des Brunnenwassers aus verschiedenen Stadttheilen Berlins von Reich nachgewiesen worden ist. Reich fand, dass die Choleramortalität in verschiedenen Strassen mit dem Salpetersäuregehalt der Brunnen steigt und fällt. Dieser Salpetersäuregehalt des Wassers ist nur ein Maassstab für die Menge organischer stickstoffhaltiger Materien im Boden, welche gleich den Boden- und Grundwasserverhältnissen auch zu dem specifischen organischen Cholerasubstrat beitragen, welches der Cholerakeim bedarf, um Choleraerkrankungen zu erzeugen.

Da das zeitliche Auftreten der Cholera zur Annahme zwingt, dass dieses Substrat in einem Orte nicht immer und nur eine Zeit lang vorhanden ist, so müssen wir auch annehmen, dass es von den organischen Processen im Boden unter gewissen Verhältnissen nur zeitweise entweder als lebloser organischer Stoff gebildet oder abgesondert wird, oder falls es lebende organische Körper sein sollten, dass nur eine gewisse Entwicklungsstufe derselben, deren Zustandekommen von gewissen Bedingungen im Boden abhängt, der Bildung des krankmachenden Cholerastoffes dienlich sei, wenn der indische Cholerakeim eingeschleppt wird.

Das eigentliche Substrat des Choleraprocesses kann in ebenso

mancherlei wechselnden äusseren Erscheinungen und Vergesellschaftungen auftreten, wie der Zucker, das Substrat der Alkoholgährung, nicht nur im Traubensaft und in der Bierwürze, sondern auch im Saft der Aepfel und Birnen, Kirschen, Himbeeren, Johannisbeeren u. s. w. enthalten ist, die deshalb alle gährungsfähig sind und berauschenden Alkohol liefern können: ja selbst die Kartoffelknolle lässt sich in weingeistige Gährung versetzen, aber immer ist es der Zucker, welcher in all' diesen verschiedenen Dingen enthalten sein oder zuerst erzeugt werden muss, wenn der Gährungskeim oder die Hefenzelle im Stande sein soll, berauschenden Alkohol zu erzeugen. Wer also sagt, der Saft von Trauben oder Kirschen sei das Substrat der Gährung, drückt sich noch lange nicht genau aus, aber doch drückt er sich richtig aus: — ebenso ist es einstweilen noch etwas höchst unbestimmtes, nur zu sagen, der Boden liefere zeitweise das Cholerasubstrat, aber doch ist es wahr, und gleichwie wir im Traubensaft, in der Bierwürze, im Apfelmost u. s. w. allmälig den Zucker als wesentlichen Bestandtheil aller alkoholgährenden Flüssigkeiten nachweisen und zuletzt sogar dessen Zerfall in Kohlensäure und Alkohol quantitativ bestimmen konnten, so wird es auch bei eifrigem und fortgesetztem Studium des Choleraprocesses gehen; wir werden allmälig finden, was den choleraerzeugenden Bodenverhältnissen gemeinsam ist und was den choleraunempfänglichen fehlt, was in einem empfänglichen Boden zur Zeit der Disposition vorhanden ist, und was zur Zeit fehlt, wenn derselbe Boden unempfänglich ist.

Gleichwie der Zucker ein Substrat nicht nur für die Alkoholgährungskeime ist, sondern auch noch für viele andere Keime, die ihn aber natürlich in ganz andere specifische Produkte, z. B. Milchsäure, Buttersäure, Bernsteinsäure u. s. w. verwandeln, die ganz andere Wirkungen auf uns als der Alkohol haben, ebenso könnte sich die Thatsache, dass der Alluvialboden nicht nur für Cholera, sondern auch noch für andere Infektionskrankheiten der beste Boden ist, auf die einfachste Art erklären, wenn wir nur einmal ein bestimmtes Substrat einer einzigen dieser Krankheiten isolirt haben werden.

Gleichwie die Gährungskeime auch ausserhalb des Mostes und

der Bierwürze existiren und sich fortpflanzen können, wenn sie auch keine Gelegenheit haben, zu Hefezellen zu werden und aus dem Zucker berauschenden Alkohol zu erzeugen, so kann vermuthlich auch der Cholerakeim im Darm des Menschen und unter andern Umständen eine Zeit lang leben, und sich sogar vermehren, ohne den choleraverursachenden Stoff zu erzeugen, so lange eben der Keim x nicht mit dem von Ort und Zeit gelieferten Substrat y zusammentrifft, auf dessen Entstehen unter anderm die Boden- und Grundwasserverhältnisse bedingenden Einfluss haben.

Das führt auf den Gedanken, wo x und y zusammentreffen, was vielen immer noch so unwahrscheinlich vorkommen will, wenn y mit Boden und Grundwasser etwas zu schaffen haben soll. Ich befinde mich im ganz entgegengesetzten Falle, wie meine Gegner; ich sehe nicht bloss die eine oder andere Möglichkeit, sondern ich erschrecke vor der Unzahl von Möglichkeiten und dem unabsehbaren Aufwand an Zeit und Kraft, den ihre Erschöpfung der Reihe nach in Anspruch nehmen würde, wenn uns dieser langwierige Weg nicht durch glückliche Einfälle und glückliche Funde abgekürzt wird.

Ich war von jeher der Ansicht, dass die Begegnung zwischen x und y sowohl im Boden selbst, als auch im menschlichen Organismus möglich sei, mithin auch in allem, was dazwischen liegt. Dass die Vergiftung oft direkt vom Boden ausgehen könne, beweisen namentlich manche Choleraplätze in Indien. Ich habe in meiner Abhandlung über Lyon (S. 441) einen schlagenden Beweis dafür mitgetheilt, den ich Sir Patrick Grant, dem Statthalter von Malta, verdanke. Ebenso sehen wir oft von gewissen Häusern, von bestimmten Zimmern in solchen Häusern, ja sogar von bestimmten Ecken solcher Zimmer auffallend heftige und häufige Wirkungen ausgehen.

Der Weg vom Boden zum Menschen durch das Wasser (z. B. Trinkwasser) ist der Vorstellung der meisten Menschen von jeher geläufig gewesen; nicht so der Weg vom Boden durch die Luft. Den meisten Menschen will es nicht recht wahrscheinlich vorkommen, dass Stoffe, wenn sie nicht gerade gasförmig sind, sondern von der Luft getragen werden müssen, uns erreichen könnten, namentlich wenn sie einmal mehrere Fuss tief im Boden unter der

Oberfläche sich befinden. Das kann aber nur jenen so vorkommen, welche keine Vorstellung von der Feinheit mancher Körper haben und noch nie Beobachtungen und Versuche über den Grad der Porosität des Bodens angestellt haben. Ich habe mich hierüber schon früher öfter ausgesprochen und will aus einer älteren Abhandlung hier einiges wiederholen[1]): „Schröder in Mannheim und Pasteur in Paris haben durch höchst lehrreiche Experimente nachgewiesen, dass die Luft in bewohnten und bewachsenen Gegenden organische Keime führt, selbst wenn wir mikroskopisch oder chemisch nichts darin nachzuweisen im Stande sind. Die Bierbrauer wissen, dass eine Luft, welche durch Abtritte oder durch von deren Inhalt imprägnirte Bodenschichten in einen Gährkeller gelangt, sehr bald oft eine merkliche und oft ganz unheilvolle Störung im Verlauf der Gährung der Biere hervorruft, oder wie man sagt, die Hefe krank macht. Wir wissen ferner, dass in ähnlicher Weise gewisse Bodenverhältnisse gewisse Krankheiten bei Menschen und Thieren hervorrufen und begünstigen, und da wir mit solchem Boden oft keinen andern Verkehr als durch die Luft unterhalten, so sind wir genöthigt, anzunehmen, dass diese unsichtbaren Krankheitskeime zu uns aus dem Boden durch die Luft gelangen. Die Menge Luft, die ein Erwachsener in 24 Stunden in sich einathmet, ist sehr beträchtlich. 17280 Athemzüge im Tage zu je $^1/_2$ Liter, macht mehr als 8000 Liter oder 320 Kubikfuss Luft aus. Wenn wir bedenken, wie gering dieser täglichen Athemmenge gegenüber die Luftproben sind, womit wir unsere Analysen anstellen, so kann es nicht überraschen, dass die Luft manches enthält, was auf uns wirkt, was wir aber nicht nachweisen können. Alle Filter, die wir für solche in der Luft schwebende Körperchen anwenden, um sie abzuscheiden und für eine weitere Untersuchung zu sammeln, sind so unvollkommen und haben gegenüber der Kleinheit dieser Körper so grosse Poren, dass wir sie ebensowenig damit zurückzuhalten vermögen, als wir im Stande sind, ein trübes Flusswasser dadurch zu klären, dass wir es durch ein weitmaschiges Sieb

1) Ueber die Canalisirung der Stadt Basel. Zeitschrift für Biologie, Bd. III, S. 282.

laufen lassen. Zur Untersuchung der Luft auf diese feinsten organischen Partikelchen müssen wir erst noch die rechten Mittel finden; einstweilen dürfen wir aber die Unvollkommenheit unserer Methode nicht für einen Beweis des Nichtvorhandenseins dessen ansehen, was uns Thatsachen anderer Art so bestimmt anzeigen."

Man könnte denken, dass man diese Stoffe, die wir in der Luft suspendirt voraussetzen, leicht müsse nachweisen können, indem man sie auf Filtern sammelt, auf denen, wenn sie auch so unvollkommen wären, wie ein Drahtsieb einem trüben Flusswasser gegenüber, doch so viel hängen bleiben müsste, dass es für eine mikroskopische Untersuchung hinreichend wäre. Eine solche Voraussetzung ist je nach der Natur der Substanz schon bei Flüssigkeiten ein Irrthum, selbst wenn sie so viel suspendirte Theile enthalten, dass sie den Durchgang des Lichtes erschweren und z. B. Wasser schon dem freien Auge trüb erscheinen, bei geringer Vergrösserung aber schon die suspendirten Theilchen als solche erkennen lassen, die nur wenig kleiner sind, als die Poren des Filtrirpapieres. Und doch bringt man manche solcher Flüssigkeiten nicht klarer, wenn man sie auch zehn und hundertmal filtrirt, und behält immer nicht so viel auf dem Filter, um damit eine Untersuchung anstellen zu können. Nun denke man sich selbst einen Decigramm solcher organischer Keime und Stoffe in einem Volumen von 8 Cubikmetern Luft vertheilt. Wie viel kann da auf einem Filter bleiben, was jedenfalls tausendmal mehr durchgehen lässt, als es aufzusammeln vermag? Wenn ich 20 oder selbst 40 Liter solcher Luft durch einen Pfropf von Baumwolle oder Schiessbaumwolle sauge, wird schwerlich so viel hängen bleiben, als man für eine mikroskopische Untersuchung, für chemische Reaktionen und für Culturversuche braucht. Da auf diesen Filtern meistens nicht mehr hängen bleibt, als auch schon in der Luft suspendirt ist, die in ihren Poren Platz hat, da wir also die in der Luft suspendirten Theile durch Filtriren nur unbeträchtlich, vielleicht gar nicht concentriren können, so finden wir ebenso wenig auf diesen Filtern, als in der Luft selbst, und wir werden uns deshalb auf andere Mittel der Untersuchung zu besinnen haben.

Der Felsen von Malta besteht, wie ich oben schon angegeben

habe, wenn er austrocknet, zum dritten Theile seines Volumens aus Luft; er ist bis in bedeutende Tiefen hinab einem Pfropf zu vergleichen, der nur ein Drittel der Oeffnung verschliesst, oder einem Siebe, durch welches Körper, die so klein und fein sind, dass sie überhaupt leicht von der Luft getragen werden können, gewiss auch hindurch gehen werden, gleichwie die Fäulnisskeime in der Luft das Fleisch, selbst in einer sorgfältig verlötheten Blechbüchse nach Apert'scher Methode conservirt, doch erreichen und zersetzen, sobald nur die feinste Ritze oder Pore, die oft selbst dem bewaffneten Auge nicht wahrnehmbar ist, der Luft den geringsten Zutritt gestattet.

Gleichwie das Wasser auf verschiedenen Wegen verschiedenen mineralischen Schlamm aufnimmt, mit sich führt und stellenweise auch wieder ablagert, ähnlich kann man sich den noch viel feineren organischen Schlamm denken, der in der Luft, aber nur so fein ist, dass wir ihn nicht sehen können. Unsere Häuser sind vortreffliche Einrichtungen zur Ablagerung von solchem Schlamm aus der Luft, insoferne der Luftwechsel und damit die Geschwindigkeit der Luftbewegung im best ventilirten Hause noch lange nicht den tausendsten Theil von der mittleren Geschwindigkeit der Luft im Freien beträgt, die selbst bei sogenannter Windstille noch 2 Fuss in der Sekunde ist. Was nun mit der Luft aus dem Boden kommt, wird sich in der verhältnissmässig stagnirenden Luft eines Hauses oder Zeltes immer in viel grösserer Menge ansammeln können, als in der raschbewegten freien Atmosphäre, gleichwie man auch im Wasser, an stagnirenden Stellen desselben, organische Bildungen wahrnimmt, die im bewegten Wasser sich nicht zeigen. Eine gewisse mechanische Ruhe von Luft und Wasser ist gewiss in vielen Fällen schon allein für sich selbst eine wesentliche Bedingung für manchen Vorgang, der ohne diese Ruhe unmöglich wäre.

Das organische Substrat für die Cholera ist wahrscheinlich oder doch möglicherweise so kleiner und feiner Natur wie die specifische Ursache der Cholera selbst. Da wir die Bewegungen der Luft nur sehr unvollkommen wahrnehmen, wie ich in meinen Arbeiten über den Luftwechsel in Wohngebäuden vielfach nachgewiesen habe, so ereignet sich Vieles in der Luft, wovon wir nichts

merken und keine Ahnung haben. Es ist leicht denkbar, dass der Cholerakeim mehrere Tage früher in ein Haus kommt, ehe das Substrat reif ist oder anlangt. In einem solchen Hause werden, ganz abgesehen von der verschiedenen individuellen Disposition, die Erkrankungen später beginnen, als in einem andern, wo das Substrat sich schon im geeigneten Zustande und in gehöriger Menge beim Eintreffen des Keimes vorräthig findet.

Ferner lässt sich die Möglichkeit und die Wahrscheinlichkeit nicht bestreiten, dass der Process, welcher den choleraverursachenden Stoff zunächst hervorbringt, ebenso wie die Weingährung durch allerlei Nebenumstände den verschiedensten Störungen ausgesetzt sein kann, so dass die Gährung trotz des normalen Zuckergehaltes des Mostes, und trotz Gegenwart der Hefe oft doch keinen oder nur wenig Alkohol liefert. Der Cholerakeim wird ferner ebenso wie der Alkoholkeim den Kampf ums Dasein mit andern Keimen nicht immer siegreich bestehen. Auch der Zucker in einer Flüssigkeit verwandelt sich oft, anstatt in Alkohol und Kohlensäure, in Milchsäure oder Buttersäure, die uns nicht im geringsten zu berauschen vermögen.

Schon der blosse Grad der Concentration oder Verdünnung der normalen Bestandtheile des Mostes oder der Bierwürze hat einen mächtigen Einfluss auf die Lebhaftigkeit und die Produkte der Gährung. Eine concentrirte Zuckerlösung schützt nicht nur vor der weingeistigen Gährung, selbst wenn man Hefe zusetzt, sondern auch vor andern Veränderungen, z. B. vor Fäulniss organischer Stoffe.

Dass auf den Verlauf des Choleraprocesses und namentlich auf das Zustandekommen seines organischen Substrates im Boden auch die Temperaturverhältnisse des Bodens einen wesentlichen Einfluss haben, wie Delbrück in neuester Zeit aufmerksam gemacht hat,[1]) ist nicht zu bezweifeln, da alle organischen Processe davon abhängig sind. Ob eine Saat in einem Jahre eine oder zwei Ernten trägt, ob wir an einem Baume Blätter, Blüthen und Früchte das ganze Jahr hindurch oder nur zu gewissen Jahreszeiten wahrneh-

---

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. IV S. 231.

men, ob er Früchte oft nur im Zwischenraum von mehreren Jahren hervorbringt, hängt wesentlich von Temperaturverhältnissen ab, die nicht bloss nach ihrer absoluten Höhe, sondern auch nach ihrer Vertheilung auf gewisse Zeiträume wirken. Das Getreide reift noch in den verschiedensten Breitegraden, unter den verschiedensten Isothermen, nur früher oder später, und die Wärme eines Sommers ist z. B. noch vom grössten Einfluss auf das Reifen der Frucht des Weinstocks, obschon dieses in den meisten Gegenden erst spät im Herbste erfolgt, wenn die Temperatur schon längst ihr Maximum erreicht und schon wieder sehr abgenommen hat.

In mehreren Distrikten von Indien scheint ein Zusammenwirken von Boden, Wasser, Luft und Wärme stets so viel Substrat für den Cholerakeim zu erzeugen, dass dieser immer — wenn auch zu verschiedenen Zeiten in sehr verschiedener Menge — Nahrung findet, desshalb auch nie ausstirbt, während in andern Theilen der Erde es oft für längere Zeit an dem geeigneten Substrate mangelt, so dass er keine Cholera zu erzeugen vermag, und abstirbt, ehe das Cholerasubstrat wieder gebildet wird, in welchem Falle eine erneute Einschleppung nothwendig wird.

Ebenso gut, als wir den Boden oder das Haus als Gährbottiche für den Choleraprocess ansehen können, dürfen wir vorläufig auch den menschlichen Körper als einen möglichen Behälter oder Sammler für das von Ort und Zeit gelieferte Substrat betrachten, aber auch in diesem Falle geht ein wesentlicher, specifischer Theil des Choleraprocesses vom Boden aus und erzeugt sich nicht im Körper, der nur der Schauplatz der Wirkungen ist, ähnlich wie die Kufe den Most nicht erzeugt, obwohl er in ihr vergährt, sondern der Weinberg und die Rebe. Ich will damit nicht sagen, als verhalte sich der complicirte lebende menschliche Organismus bei diesem Stadium des Choleraprocesses so indifferent, wie eine Kufe gegen den in ihr gährenden Most, im Gegentheil, es scheint sogar wahrscheinlich, dass der Organismus eine wesentliche Rolle mitspielt; — ich will damit nur ausdrücken, dass unser Körper ebenso wenig jenen zum Choleraprocess gleichfalls nöthigen Theil liefern kann, den der Boden liefert, so wenig die Kufe anstatt des Weinbergs Most liefern kann.

Welche von all diesen zahlreichen Möglichkeiten wirklich sind, lässt sich nicht eher entscheiden, bis wir in der Arbeit weiter sind und namentlich den Einfluss von Zeit und Ort so weit zergliedert haben werden, dass wir die Theile finden, welche mit dem Cholerakeim in unmittelbarer Beziehung stehen. Welche Vorstellung wir uns immer machen wollen, das genaueste Studium von Ort und Zeit bleibt immer das nächste, was wir in Angriff zu nehmen haben.

Man könnte es für den kürzeren Weg halten, das örtliche und zeitliche Produkt anstatt im Boden gleich im Menschen selbst aufzusuchen, auf den es zuletzt ja doch wirkt. Mir scheint dieser Weg aber nicht nur der langwierigste, sondern auch der unsicherste zu sein. Bei allem, was man da findet und etwa dahin deuten könnte, müsste doch immer erst wieder unterschieden werden, was Ort und Zeit liefern, was anders woher kommt, und man würde nachträglich dann doch immerwieder auf die Untersuchung des Bodens kommen müssen, von dem ein so wesentlicher Theil der Wirkung ausgeht. Es ist sogar leicht möglich, dass wir auch im kranken Organismus gar nie die specifische Ursache des Choleraprocesses antreffen, so wenig wir z. B. in einem Schnapstrunkenen die Hefenzelle und den Zucker, die den berauschenden Alkohol geliefert haben, oder in einem brennenden oder abgebrannten Hause mehr den Zündstoff nachweisen können, der den Brand verursacht hat. Bei der Cholera ist bereits so viel gewiss, dass sie nicht im gewöhnlichen Sinne contagiös, nicht impfbar ist; es fehlt uns somit auch jede Garantie, dass der Cholerainfektionsstoff oder Keim wirklich noch als solcher in einer Leiche vorhanden angetroffen werden muss.

Das sind die Gründe, warum ich glaube dass sich die Forschung neben der Zergliederung und Vergleichung des verschiedenen Verkehrs, namentlich mit den verschiedenen örtlichen und zeitlichen Einflüssen des Bodens befassen soll. Die Forscher auf diesem Gebiete, Delbrück, Griesinger, Wunderlich, Cordes, Günther, Pfeiffer, Schiefferdecker, Pöhl, Griepenkerl, Wilbrand, Zeroni, dann Buhl, Seidel, Pfaff u. A., zu denen ich, trotz mancher abweichender Ansichten, auch Macpherson zähle, und ich haben das Werk nur begonnen; wir haben zunächst die Thatsache der Existenz einer örtlichen und zeitlichen Disposition constatirt und einige

erste Beiträge zur künftigen Physiologie des Bodens geliefert und zu ihrem Studium aufgemuntert. Wenn sich Forscher wie Virchow, de Bary, Pasteur und Andere, welche schon mit so grossem Erfolge das organische Leben unter dem Mikroskope beobachtet haben, auch ihrerseits mit dem Boden beschäftigen und das organische Leben in ihm auf seine zeitlichen Veränderungen untersuchen wollten, wäre für die Epidemiologie gewiss viel zu hoffen.

Virchow bekennt sich im Nachtrag zu seiner Studie noch zum Glauben an den Genius epidemicus. Ich kann die Versicherung geben, dass auch die Anhänger des Glaubens vom Einfluss des Bodens und Grundwassers diesem Geiste opfern, wir meinen nur, dass er uns als rein ätherisches, übersinnliches Wesen auf unsre Fragen nie Red' und Antwort geben werde, wir suchen ihn desshalb zu verkörpern.

Virchow sagt S. 70: „Pettenkofer ist daher genöthigt, andere Momente hinzuzufügen, und so kommt er zunächst auf zeitliche. Ich hoffe, dass wir uns auf diesem Wege einander nähern werden.“ Diese Stelle Virchow's bezieht sich auf meine Erklärung der Immunität von Lyon, sie darf aber nicht so verstanden werden, als ob ich jetzt erst, seit ich in Lyon gewesen bin, zeitliche Momente annähme und nach ihrer Präcisirung strebte; ich hatte ihre Nothwendigkeit schon vor 14 Jahren klar erkannt und desshalb in dem damaligen bayerischen Cholerahauptberichte S. 339 gesagt: „Die bisherigen Untersuchungen haben nur zwischen compaktem Felsenboden und zwischen Bodenarten unterschieden, welche für Wasser und Luft durchdringlich sind. Erstere sind die für Choleraepidemien unempfänglichen, letztere die empfänglichen. Während aber die physikalische Aggregation des Bodens unter allen Umständen und zu allen Zeiten dieselbe bleibt, sehen wir die Cholera in manchen Gegenden bald in längeren, bald in kürzeren Perioden erscheinen und verschwinden. Wenn überhaupt im Boden die wesentlichen zur Epidemie disponirenden Momente zu suchen sind, so muss sich im Boden neben der stets gleich bleibenden charakteristischen Aggregation seiner festen Theile auch ein veränderlicher Zustand finden, mit dessen Schwankungen die periodischen Erscheinungen der Krankheit zusammenhängen. Demgemäss habe ich zu den bisherigen lokalen Momenten noch ein weiteres gesucht, welches nicht immer gleich-

mässig, sondern nur zeitweise und verschieden thätig ist, welches an einer Stelle wirkt, während es sich an einer andern, sonst gleich beschaffenen, zur nämlichen Zeit in völliger Ruhe verhalten kann. Mir ist in dieser Beziehung vorläufig nichts anderes denkbar als der wechselnde Stand des Grundwassers in unseren porösen Bodenarten. Diese Idee schliesst sich zunächst an den oben dargestellten, unverkennbaren und unläugbaren Einfluss der Thäler, Ebenen und Becken der Flüsse an; in ihnen sind, wie ich später zeigen werde, die günstigsten Bedingungen für periodische und bedeutende Schwankungen des Grundwassers vorhanden."

Demnach habe ich meine Ueberzeugung von der Wesentlichkeit und Unentbehrlichkeit der zeitlichen Momente nicht erst von Lyon heimgebracht, sondern diese Ueberzeugung hat mich hingebracht. Meine Mitarbeiter und ich sind weit entfernt zu glauben, dass die Boden- und Grundwasser-Verhältnisse den ganzen Leib des Genius epidemicus ausmachen, aber diese Theile sind jedenfalls Extremitäten von ihm, an denen er zuerst gefasst werden kann, um ihn allmälig weiter zu betasten und in die Gewalt zu bekommen. Wenn wir einstweilen nur immer von Boden und Grundwasser sprechen, so darf man nicht meinen, dass wir glauben, es sei das alles, was im Boden zu finden sei, sondern dass es einstweilen leider nur so ziemlich alles ist, wovon man bei Cholera und Abdominaltyphus sprechen kann.

Mir hat es schon hie und da geschienen, als fänden unsere Ansichten bei Vielen desshalb so schwer Eingang, weil sie so weit davon entfernt sind, weitere Arbeit und weiteres Nachdenken überflüssig zu machen, weil sie im Gegentheil erst recht zur Arbeit nöthigen. Der gegenwärtige Zustand unseres Wissens erinnert mich oft an die Lage eines Schiffes auf offener See, welches die Bestimmung hätte, innerhalb mehrerer Breiten- und Längengrade einen Punkt, eine Insel oder ein Land zu suchen, das noch auf keiner Karte verzeichnet ist, an dessen Existenz wir aber — man gestatte mir einen kühnen Vergleich — aus ähnlichen Gründen glauben müssen, welche zur Entdeckung Amerikas geführt haben. Innerhalb der bezeichneten Region angekommen, kann das Schiff sich anfangs wohl von dort eben herrschenden Strömungen und Winden

treiben lassen, insoferne es ja nicht unmöglich ist, auch auf diese Art, durch Zufall schnell und ohne Mühe zum Ziel zu kommen. Nach einiger Zeit aber, wenn so ein glücklicher Zufall nicht eintritt, muss an Bord doch das Bedürfniss gefühlt werden, in das blosse blinde Suchen ein System zu bringen, man wird zuletzt in ganz bestimmten Richtungen fahren, oft gegen herrschende Strömungen und Winde kreuzen müssen und darf sich selbst wegen Klippen und Untiefen nicht von der Verfolgung einer Richtung abbringen lassen. Da man nicht alle Richtungen zugleich einschlagen kann, so muss man Gründe haben, warum man glaubt, dass gerade in einer bestimmten Richtung etwas zu finden sei. Wer die meisten und einleuchtendsten Gründe anzugeben vermag, dessen Richtung soll zunächst eingeschlagen werden.

So lange das Land, das ja noch auf keiner Karte verzeichnet ist, nicht wirklich in Sicht kommt, wird es immer Zweifler auf dem Schiffe geben, ob der gesuchte Punkt nicht in einer ganz andern Richtung liege; es gibt ja so viele Menschen, die in solchen Lagen nichts als zweifeln können. Aber auch die Zweifler müssen zuletzt des Hin- und Hertreibens müde werden, und es dem zuversichtlicheren Theile der Bemannung überlassen, eine bestimmte Richtung einzuschlagen, die dann aber mit vereinten Kräften gegen alle Widerstände verfolgt werden muss. Ich habe meine Gründe für meine Richtung jetzt wiederholt angegeben und es soll mich freuen, wenn ein Anderer für eine andere Richtung bessere Gründe anzugeben weiss. Das Ziel ist jeder Anstrengung und jedes Opfers werth; denn die Ursachen von Epidemien kennen zu lernen, hat für das Menschengeschlecht gewiss keine geringere Bedeutung, als einen neuen Welttheil zu entdecken.

Ich glaube meine Ansichten nochmal kurz und fasslich zu wiederholen, wenn ich eine Anzahl von Sätzen aufstelle, zu denen mich meine und fremde Arbeiten seit 15 Jahren geführt haben. Ich hoffe dadurch es künftig auch denjenigen zu erleichtern, welche gegen diese Ansichten auftreten wollen; diese werden sich dann künftig nicht mehr selbst aus unsern vielleicht oft zu umfänglichen und an verschiedenen Orten zerstreuten Darstellungen erst solche Sätze zu bilden haben. Es wird dann vielleicht nicht mehr so oft

vorkommen, dass Jemand glaubt, unsere Ansichten zu bekämpfen, während er nur gegen seine eigene Ansicht davon auftritt. Ich habe diese Sätze in 3 Abtheilungen gebracht: 1) allgemeine Sätze über Ursprung und Verbreitung der Cholera; 2) deren Anwendung auf einen speciellen Fall, auf die Immunität von Lyon; 3) Sätze über den Einfluss der Grundwasserverhältnisse auf den Abdominaltyphus in München.

I.

Allgemeine Sätze über Ursprung und Verbreitung der Cholera.

1.

Die Cholera rührt von einem specifischen Infektionsstoff her, welchen gewisse Landestheile von Indien seit mehreren Jahrhunderten historisch nachweisbar erzeugen.

2.

Die Cholera kommt in Indien nicht in jedem Jahre, nicht in jedem Orte und nicht in jeder Jahreszeit gleichmässig vor. Es gibt Orte, wo sie endemisch ist, ähnlich wie in manchen Orten Europa's der Abdominaltyphus und das Wechselfieber, und wo sie sich gleich diesen zeitweise zu grösseren Epidemien steigert (in Niederbengalen, Malabar und Malwah). In der Mehrzahl der Orte Indiens vermag sich die Krankheit nicht endemisch zu behaupten, sondern erlischt und tritt oft erst nach längerer Unterbrechung wieder in Epidemien auf, zu deren Entstehung dann ebenso wie in Europa der Verkehr mit Orten Veranlassung gibt, wo sie bereits herrscht.

3.

Die Thatsachen der örtlichen und zeitlichen Frequenz und Ausbreitung der Cholera in Indien, sowie ihre Verbreitung über die Gränzen von Indien hinaus gestatten und verlangen die Annahme nicht nur eines specifischen, durch den Verkehr verbreitbaren Keims oder Infektionsstoffes, sondern auch eines bestimmten, örtlich und periodisch vorhandenen Substrates, ohne welches der specifische Cholerakeim im menschlichen Organismus die Cholerakrankheit nicht hervorzubringen vermag, welche nur von einem

specifischen Produkte aus der Wechselwirkung zwischen Cholerakeim und Cholerasubstrat verursacht zu werden scheint.

4.

Man kann den specifischen Cholerakeim aus Indien mit x, das Substrat, welches Ort und Zeit dazu liefern müssen, mit y, und das daraus hervorgehende Produkt, das eigentliche Choleragift mit z bezeichnen.

5.

Weder x, noch y für sich sind im Stande, Anfälle von asiatischer Cholera zu verursachen, sondern nur z.

6.

Die specifische Natur (Qualität) von z wird durch den specifischen Keim x, und die Menge (Quantität) von z durch die Menge des Substrats y bestimmt.

7.

Die Natur von x, y und z ist vorläufig noch unbekannt, aber man darf mit einer an Gewissheit gränzenden wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit annehmen, dass alle drei organischer Natur sind und dass wenigstens x ein organisirter Keim oder Körper ist. Die Entdeckungen über die Polymorphie niedriger Gebilde zeichnen im Allgemeinen auch den Weg vor, den die Untersuchungen über den Choleraprocess einzuschlagen haben. Am schnellsten wird eine sichere Grundlage für die Forschung gewonnen werden, wenn aus Untersuchungen über örtliche und zeitliche Verhältnisse, namentlich auch über organisirte Metamorphosen und organische Processe in verschiedenen Schichten und Tiefen verschiedenen Bodens und zu verschiedenen Zeiten mehrere Werthe von y abgeleitet werden können.

8.

In den Orten Indiens, wo die Krankheit endemisch ist, muss z zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Menge vorhanden angenommen werden, so dass einmal der stationäre Cholerakeim x keine oder nur wenige Erkrankungen zu verursachen vermag, und dann wieder in einer Menge, in der es als epidemisch verbreitetes Gift wirkt. Die Menge von z hängt — die Gegenwart von x voraus-

gesetzt — zunächst von der Menge von y, und die Menge von y von den örtlichen und zeitlichen Bodenverhältnissen ab.

9.

Die Thatsachen gestatten wohl die Annahme, dass sich x im menschlichen Körper, z. B. im Darme, eine Zeit lang ernähren und vielleicht selbst beträchtlich vermehren könne, aber der menschliche Körper ist im Choleraanfall nur der Schauplatz der Wirkungen von z, und kann für sich ohne y auch in Berührung mit x nie z erzeugen.

10.

Stoffe können vom Boden auf zwei Wegen selbst aus grösseren Tiefen zum Menschen gelangen, durch das Wasser im Boden und durch die Luft im Boden. Der letztere Weg scheint bei der Cholera der vorwaltende zu sein.

11.

Sowohl x als y und z scheinen von einem Orte zum andern selbst auf grössere Entfernungen zwar nicht durch die freie Luft, wohl aber auf andere Weise durch den menschlichen Verkehr noch wirksam verbreitbar. x allein in ein Haus oder einen Ort gebracht, vermag nicht krankmachend auf Menschen zu wirken, erst in dem Maass, als es dort y vorräthig trifft, und sich z daraus entwickelt, kann dieses dann Erkrankungen nach sich ziehen. Eine gewisse Menge von z in einen Ort gebracht, kann auch ohne y im Orte individuell disponirte Menschen cholerakrank machen, welche Erkrankungen dann aber von der Mitwirkung von y eines anderen Ortes abzuleiten sind, welches zum Entstehen der importirten Menge von z nothwendig war. Am häufigsten scheint der Verkehr x, wahrscheinlich vorwaltend in den Excrementen, zu verbreiten, in welchen aber wahrscheinlich nie so viel fertiges Choleragift z enthalten ist, um Erkrankungen hervorzurufen. Wenn durch den Verkehr z verbreitet wird, so hängt demselben meistens immer auch noch der Keim x an, ähnlich wie den gegohrenen weingeistigen Flüssigkeiten die Hefe anhängt. In feuchter, mit Choleradiarrhöen verunreinigter Wäsche und ähnlichen Dingen scheint z und x sich in grösserer Menge zu sammeln, am besten zu conserviren, und aus inficirten Orten auf grosse Entfernungen transportiren und nach

den bisherigen Erfahrungen 21 Tage lang auch ohne y lebensfähig erhalten zu lassen.

12.

Die Zeit der ersten Auswanderung der Cholera über die Gränzen von Indien hinaus und gegen Europa fällt in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts und trifft mit der Zeit einer beginnenden grossen Beschleunigung und Vermehrung des menschlichen Verkehrs, namentlich zur See, zusammen. Das erste Dampfschiff erschien in den indischen Gewässern im Jahre 1826. Die Cholera hat ihren Weg von Indien nach Europa nie über's Cap der guten Hoffnung zur See, sondern immer über Westasien und Aegypten zu Land genommen.

13.

Die Schiffe auf der See verhalten sich zwar wie immune Orte auf dem Lande, insoferne sie kein y erzeugen, sie dienen aber nach den bisherigen Erfahrungen gleichwohl zur Verbreitung von x und z von einem Landungsplatz zum anderen, wenn sie nicht viel länger als 21 Tage auf offener See ausser allem Verkehr mit dem Lande bleiben, nachdem sie einen inficirten Hafen verlassen haben. Die auf Schiffen vorkommenden Cholerafälle werden in der grossen Mehrzahl durch vorausgegangene Aufnahme von x und y oder z auf dem Lande verursacht, obschon einzelne Fälle auch dadurch erfolgen können und wirklich erfolgen, dass reifes Choleragift z in einer gewissen Menge und Verpackung vom Lande auf's Schiff gebracht wird. Es ist selbst der Fall denkbar, dass x und y gleichzeitig, aber gesondert vom Land auf ein Schiff gebracht werden und dass sich dann auf dem Schiffe beim Zusammentreffen der beiden erst z entwickelt, immer aber wird y nur vom Boden auf dem Lande, nicht aber vom menschlichen Körper erzeugt. Der Verbreitung der Cholera durch Schiffe und ihrem Verhalten darauf muss künftig ein viel genaueres Studium als bisher zugewendet werden.

14.

Bei der Verbreitung der Cholera auf dem Lande darf a priori angenommen werden, dass der aus Indien kommende Keim x überall desselben Substrats y bedarf, wie in Indien selbst, welches wesent-

lich von örtlichen und zeitlichen Hilfsursachen abhängt, wenn Epidemien entstehen sollen.

15.

Es gibt Gegenden, Orte und Ortstheile, von denen einige sehr oft, andere sehr selten und wieder andere selbst gar nie von Choleraepidemien heimgesucht werden, wenn der Verkehr auch stets und überall eine gleiche Menge Cholerakeim hinbringt. In den immunen Orten fehlt es entweder an y, oder es wird y von anderen Keimen als x für andere Processe in Beschlag genommen, oder es wird durch irgend andere gleichzeitige Einflüsse die Bildung von z verhindert.

16.

Die Bildung von y begünstiget:

1) ein Boden, welcher für Wasser und Luft mehrere Fuss tief, ähnlich dem Alluvialboden durchgängig ist;
2) eine zeitweise grössere Grundwasserschwankung;
3) die Gegenwart organischer und mineralischer Stoffe in dieser Bodenschichte, auf welche die Grundwasserschwankungen wirken und sie zur Bildung von y veranlassen können;
4) eine Bodentemperatur, welche derartige organische Processe ermöglichet.

17.

Der Ort der Begegnung von x und y und damit auch der Entwicklung von z kann ein mehrfacher seyn: x und y können sich wie mehrere Choleraplätze in Indien zeigen, im Boden selbst begegnen, vielleicht aber auch im Hause und auch im Menschen selbst, die Wirkung von z kann also von verschiedenen Orten ausgehen.

18.

Der Grad der Wirkung von z auf den Menschen hängt wesentlich von der Menge von z und von einem gewissen Körperzustande, von der individuellen Disposition, daran zu erkranken, ab. Bei Beurtheilung des unbestreitbaren Einflusses von Armuth, Mangel an Reinlichkeit, schlechter oder unzweckmässiger Nahrung, unreinem Trinkwasser, schlechten, überfüllten Wohnungen, Mangel an Luftwechsel, Erkältungen, Gemüthsaffekten, Lebensalter u. s. w. auf die

Häufigkeit und Tödtlichkeit der Cholerafälle in einem Orte ist zu unterscheiden, in wie weit diese Dinge auf die Entwicklung, das Gedeihen oder die Ansammlung und Conservirung von x, y und z wirken, oder nur auf die Herstellung der individuellen Disposition. Im Allgemeinen scheint die individuelle Disposition durch alles erhöht zu werden, was einen niedrigen Stand an Eiweiss, d. h. einen relativ hohen Wassergehalt der Organe bleibend oder vorübergehend hervorruft.[1]) Die blosse Einschleppung von x in einem Orte und die Gegenwart individuell disponirter Menschen vermag noch keine Erkrankungen an Cholera zu erzeugen, so lange y und z fehlen, oder in zu geringer Menge vorhanden sind.

19.

Für die Cholerastatistik bildet der einzelne Fall und das einzelne Wohnhaus die Einheiten. Für jeden Ort ist zu untersuchen und möglichst festzustellen, ob das Auftreten und die Ausbreitung der Cholera epidemisch oder sporadisch genannt werden soll, d. h. ob sich z aus y im Orte selbst oder in einem Theile desselben erzeugt hat, oder ob die Fälle von in andern Orten erzeugtem z herrühren.

20.

In ihrer epidemischen Ausbreitung zeigte die Cholera von jeher eine besondere Vorliebe für den Alluvialboden, für tiefer liegende Fluss- und Drainage-Gebiete, während sie in gebirgigen Gegenden und nahe an Wasserscheiden in Ortsepidemien von jeher nur selten, gleichsam ausnahmsweise auftrat.

21.

So wichtig und nothwendig die Rolle des Verkehrs für die Verbreitung der Cholera ist, so dehnen sich die Ortsepidemien doch nie vorwaltend längs den Eisenbahnen aus, sondern gruppiren sich in ganz anderer Weise, wahrscheinlich in Folge der ungleichen örtlichen und zeitlichen Vertheilung oder Verbreitung von y.

22.

Alle von der Cholera epidemisch ergriffenen Orte oder Ortstheile, auch diejenigen, welche im Gebirge liegen, sind auf porösem von Wasser und Luft gleich dem Alluvialboden leicht durchdring-

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. II S. 94.

barem Boden erbaut. So weit Orte oder Ortstheile auf compaktem Gestein, auf Fels erbaut sind, welcher vom Wasser nicht oder nur sehr wenig durchdringbar ist, hat man in denselben meist gar keine, oder nur vereinzelte Cholerafälle, aber keine Choleraepidemien beobachtet. Nur oberflächliche Untersuchungen haben scheinbar widersprechende Resultate geliefert. (Die Epidemien in Krain, Malta, Gibraltar, Rothenfels etc.) Die Festigkeit des Zusammenhangs eines Bodens ist nicht mit seiner Porosität zu verwechseln. Es gibt Felsen, die zwar hinreichend fest sind, um als Bausteine brauchbar zu sein, aber so porös, dass ein Drittel ihres Volums im trocknen Zustande aus Luft besteht. Der Grad der Porosität verschiedener Bodenarten ist zu bestimmen. Die porösen Schichten eines jeden Ortes, den man in seiner Beziehung zur Cholera untersuchen will, sollten ihrer Grösse und ihrer Zusammensetzung nach von der Oberfläche bis zur ersten wasserführenden Schichte bekannt sein und auf ihre Fähigkeit, Wasser durch Adhäsion zu binden und Wasser durchzulassen untersucht werden.

23.

In jedem grösseren Lande und Distrikte werden gewisse Gegenden und Orte früher, andere später oder gar nicht von Epidemien ergriffen, ohne dass man diese Unterschiede aus der verschiedenen Zeit der Einschleppung des Cholerakeimes durch den Verkehr oder aus der individuellen Disposition erklären kann.

24.

Das so ungleichmässige Verhalten benachbarter, oft ganz nahe gelegener Orte und Ortstheile gegen Cholera beweist auf das Bestimmteste, dass die Zustände und Veränderungen der Atmosphäre, welche sich über grössere Länderstrecken stets viel gleichmässiger ausbreiten, als die Cholera, unmöglich für sich als Vorgänge in der Atmosphäre einen Einfluss haben können; dass vielmehr die atmosphärischen Zustände und Veränderungen bei der Erzeugung des Choleragiftes sich nur in so weit geltend machen können, als sie auf einen dafür geeigneten Boden wirken, und dem Entstehen von y günstig sind.

25.

Die thatsächliche Ausbreitung der Ortsepidemien in einem

Distrikte hat von jeher gezeigt, dass nebst der Gegenwart des Cholerakeimes auf das gruppenweise und gleichzeitige Auftreten derselben kein Umstand einen grösseren Einfluss äussert, als die Lage in gleichen Fluss- und Drainage-Gebieten, und dass sich dadurch am meisten eine gewisse örtliche und zeitliche Zusammengehörigkeit kund gibt. Diese Thatsachen haben zur Erkenntniss vom Einfluss der Grundwasserverhältnisse geführt, welche, die Gegenwart des Cholerakeimes und die geeignete Bodenbeschaffenheit vorausgesetzt, als das wesentlichste bis jetzt bekannte zeitliche Moment zu betrachten sind. Gewisse zeitliche Veränderungen im Stande des Grundwassers haben sich nicht nur für die Cholera, sondern auch für andere epidemische und endemische Krankheiten, z. B. für Abdominaltyphus, als wesentliches zeitliches Moment erwiesen.

26.

So weit das Auftreten der Cholera in Indien, wo sie endemisch ist, genauer beobachtet ist, hat auf ihre zeitliche Frequenz dort kein Umstand auch nur entfernt eine so regelmässige und tiefgehende Wirkung geäussert, als der Unterschied in der Nässe des Bodens, so dass in Calcutta in der heissen und nassen Jahreszeit, gegen Ende der Regenzeit die Cholera am schwächsten, in der ebenso heissen aber trocknen Jahreszeit am stärksten auftritt. Das Minimum der Cholera im August verhält sich zum Maximum im April dort nach dem Durchschnitt von 26 Jahren wie 1 : 6. (Macpherson.)

27.

Absolute oder beständige Trockenheit des Bodens, z. B. in der Wüste ist dem choleraerzeugenden Processe ebenso ungünstig, wie absolute oder beständige Nässe, z. B. während der Regenzeit in Calcutta. Nebstdem aber, dass ein gewisser mittlerer Wassergehalt im Boden eines Ortes sich für die Entstehung einer Epidemie am günstigsten erweist, deuten die Thatsachen auch auf das Bestimmteste noch auf die Nothwendigkeit eines grösseren Wechsels (einer Schwankung) des Wassergehaltes im Boden hin, welcher Wechsel bei einer gewissen Bodentemperatur und Andauer auf die in ihm enthaltenen organischen und mineralischen Substanzen vielleicht ähnlich wirkt, wie abwechselndes Nass- und Trockenwerden auf die Verwesung und das Zerfallen des Holzes und anderer organischer

und mineralischer Substanzen. Hieraus ergeben sich drei Möglichkeiten: es kann Orte und Zeiten geben, wo die Feuchtigkeit des Bodens zu gross, oder zu klein, oder immer zu gleichmässig ist, um alle örtlichen Bedingungen, d. i. eine hinreichende Menge von y zur Entwicklung einer Epidemie zu gewähren.

28.

Soweit die Zwischenräume eines porösen Bodens theilweise mit Luft, theilweise mit Wasser erfüllt sind, nennt man einen Boden feucht; soweit alle Zwischenräume ganz mit Wasser erfüllt sind und die Luft ganz ausgetrieben ist, hat ein Boden Grundwasser. Das Grundwasser ist nicht bloss als eine constante Quelle der Durchfeuchtung der über ihm liegenden porösen Schichten zu betrachten, sondern es bildet die Veränderung seines Standes auch einen sicheren Anhaltspunkt (so zu sagen einen Nullpegel) für die Bodenfeuchtigkeit überhaupt, und das Auf- und Absteigen dieses Sättigungspunktes im Boden zu beobachten, ist Aufgabe der Grundwassermessungen. An jedem Orte sollte der Rhythmus der Bewegung des Grundwassers durch fortlaufende 14tägige Beobachtungen ermittelt und evident gehalten werden.

29.

Der örtliche Stand und die Grösse der Bewegungen des Grundwassers hängt wesentlich von 5 Momenten ab: 1) von der an Ort und Stelle fallenden Regenmenge, 2) wie viel vom Regen in den Boden dringt oder auf der Oberfläche abfliesst, 3) wie viel von dem eindringenden Wasser von den mehr oder minder ausgetrockneten, mehr oder minder wasserzurückhaltenden Schichten gebunden wird oder wieder verdunstet, 4) wie viel Grundwasser schon aus höher gelegenen Gegenden auf wasserdichten Schichten zufliesst, und 5) welches Gefäll die wasserdichte Schichte hat, über der das Grundwasser sich findet. In den Flussthälern liegt der Spiegel des Grundwassers in der Regel höher als der Spiegel des Flusses. In Fällen, wo das nicht ist, kommt es auf die Wasserdurchlässigkeit der Flussufer an, ob der Stand des Grundwassers mehr vom Flusse oder mehr vom Lande aus bedingt wird.

30.

Im Alluvialboden ist in gewöhnlichen Fällen der Wechsel in

der Durchfeuchtung von der Oberfläche bis zur ersten wasserdichten Schichte am einfachsten und zuverlässigsten durch die wechselnde Höhe des Wasserstandes in den gegrabenen Brunnen messbar, wenn zwischen der Oberfläche des Bodens und dem Brunnenspiegel keine wassersammelnde Schichte eingeschaltet liegt. Wo sich nicht constant Grundwasser in den oberen porösen Schichten findet, oder wo aus andern Gründen die Veränderungen des Wasserstandes in den Brunnen nicht als Wechsel in der Durchfeuchtung der über ihm liegenden Schichten betrachtet werden können, sind die Brunnen für Grundwasserbeobachtungen nicht brauchbar und andere Anhaltspunkte für diesen Zweck zu wählen.

31.

Die Choleraepidemien haben sich zeitweise von den Wendekreisen (Calcutta) bis an die Polarkreise (Archangel) verbreitet. Wenn die Cholera in ihrer epidemischen Verbreitung in irgend einer noch zu ermittelnden Weise mit organischen Processen im Boden zusammenhängt, so kann die Bodenwärme und ihre fortlaufende Bewegung nicht gleichgiltig sein. Desshalb sind auch fortlaufende Beobachtungen über die Bodentemperatur in den Orten zu machen. Die meisten Epidemien bei uns traten zu einer Jahreszeit auf, im Spätsommer und Herbste, nachdem die Bodenwärme ihr Maximum erreicht hatte. Man weiss vorläufig nicht, in welcher Tiefe unter der Oberfläche die maassgebenden Processe vor sich gehen, aber man weiss, dass unter 0° Wärme alle uns bekannten Vegetations- und Gährungsprocesse, mit denen sich der hypothetische Choleraprocess zunächst vergleichen lässt, gewöhnlich still stehen. Da die Cholera aber im hohen Norden (z. B. in St. Petersburg) ausnahmsweise auch schon im Winter Epidemien gemacht hat, wo der Boden auf mehrere Fuss tief gefroren ist, so muss der Theil des Processes, der das örtliche und zeitliche Substrat für die Epidemie (y) liefert, auch in den auf diesem Boden stehenden und mit ihm unmittelbar zusammenhängenden Häusern und noch in einer Tiefe möglich sein, welche unter der Frostlinie liegt. Die manchmal erst in sehr vorgerückter Jahreszeit sich kund gebende örtliche Disposition darf nicht als Widerspruch gegen den begünstigenden Einfluss höherer Temperatur aufgefasst werden, sondern als

eine Spät-Reife in Folge von vorausgehenden Hindernissen in der Entwicklung. In den Stadttheilen von St. Petersburg, in welchen die Cholera auch schon im Winter epidemisch geherrscht hat, ist constatirt worden, dass dort der Grund der Häuser nicht gefroren ist, weil zeitweise auch im Winter bei hart gefrorener Oberfläche Wasser (Grundwasser) in die Keller gelangt und ausgepumpt werden muss. Gefrorner feuchter Boden ist wohl viel fester, aber nicht luftdichter und weniger porös als ungefrorener. Je grösser in Petersburg im Winter die Temperaturdifferenz zwischen der Luft im Hause und der umgebenden äusseren Atmosphäre in Folge der Heizung wird, desto grösser muss der aufsteigende Luftstrom im Hause sein, welcher, je sorgfältiger der seitliche Verschluss nach aussen ist, um so mehr Luft auch durch den porösen Untergrund des Hauses zieht, wie viele Thatsachen beweisen.

II.

Besonders auf die Immunität von Lyon bezügliche Sätze.

1.

Die auffallende seit 1831 bewährte Immunität von Lyon gegen Cholera lässt sich nicht durch den Mangel der Einbringung des specifischen Keimes x erklären.

2.

Den Einwohnern von Lyon kann kein bekanntes Moment der individuellen Disposition abgesprochen werden.

3.

Diese Immunität lässt sich auch nicht durch die Grösse der Luftbewegung erklären, welche die beiden Flüsse Saône und Rhône verursachen, da diese nicht grösser ist, als gewöhnlich an andern Orten auch, die stark von Cholera zu leiden haben.

4.

Auch die übrigen meteorologischen Verhältnisse von Lyon lassen nichts erkennen, was diese Stadt wesentlich von anderen grossen Städten unterschiede, welche öfter Choleraepidemien haben.

5.

Die Bauart der Häuser, die Dichtigkeit ihrer Bewohnung, die Anlage der Abtritte, die Fortschaffung der Excremente, die Ka-

nalisirung der Strassen in Lyon können gleichfalls nicht im geringsten seine Immunität erklären.

6.

Ebenso wenig kann diese von der Versorgung der Stadt mit Trinkwasser abgeleitet werden, welche bis 1858 eine sehr mangelhafte gewesen ist.

7.

Aus dem Einfluss der Bodenbeschaffenheit lässt sich die Immunität von Lyon theilweise erklären, aber nur für jene Theile, welche unmittelbar auf compaktem Felsen, auf Granit oder darüber liegendem Lehm erbaut sind (Croix rousse, Fourvière, St. Just etc.).

8.

Soweit Lyon auf Flussalluvionen liegt (Perrache, Guillotière, Brotteaux, der niedrige Theil von Vaise) verdankt es seine Immunität seinen eigenthümlichen Grundwasserverhältnissen, welche der Bildung von y nicht günstig sind.

9.

Das Grundwasser dieser letztern Theile von Lyon liegt nicht, wie es die gewöhnliche Regel und wie es für Paris, München und viele andere Orte bereits thatsächlich nachgewiesen ist, höher als der Spiegel der Flüsse, sondern tiefer, und wird bei der grossen Durchlässigkeit der Flussufer fast ausschliesslich vom Stande der Rhône beherrscht.

10.

Durch den leicht durchdringlichen Alluvialboden von Lyon verläuft ein beträchtlicher Theil der Rhône und der Saône unterirdisch, durch welches eigenthümliche Verhältniss nicht nur die an Ort und Stelle fallenden, sondern auch ein grosser Theil der Niederschläge weit entfernter Gegenden beständig auf den Boden von Lyon wirken, so dass seine Feuchtigkeit immer zu gross bleibt oder zu geringen Schwankungen unterliegt, um der Entwicklung von Choleraepidemien förderlich sein zu können.

11.

Im Sommer und Herbst 1854, wo sich dieses Verhältniss wesentlich geändert hatte, insoferne die Rhône ein halbes Jahr hindurch (vom December 1853 bis Juni 1854) weitaus den niedrigsten Wasserstand beibehielt, welcher seit 40 Jahren beobachtet worden

ist, waren Theile von Perrache, Guillotière und Vaise, welche bis dahin in Folge ihrer gewöhnlichen Grundwasserverhältnisse immun geblieben waren, unzweifelhaft, wenn auch schwach, epidemisch ergriffen. Croix rousse, Fourvière, St. Just, welche aus einem anderen Grunde, in Folge ihrer Bodenbeschaffenheit immun sind, zeigten sich auch 1854 so unempfänglich wie sonst.

12.

Das Jahr 1854 bezeichnet also den Punkt, unter den die Wassermenge der Rhône (der Grundwasserstand für Lyon) nicht mehr viel sinken dürfte, wenn die auf Fluss-Alluvionen liegenden Theile von Lyon nicht gleich anderen grösseren Städten Südfrankreichs Schauplatz grösserer Choleraepidemien zu werden die Fähigkeit erlangen sollen.

III.

Sätze über den Einfluss der Grundwasser-Schwankungen auf die Frequenz des Abdominaltyphus in München.

1.

Die thatsächliche Bewegung der Typhusmortalität in München zwingt zur Annahme einer Hilfsursache, welche das Auftreten der specifischen Typhusursache bald hindert, bald fördert, welche als die quantitative Seite derselben, als der Grund der In- und Extension, des epidemischen oder sporadischen Auftretens des Typhus angesehen werden muss. (Buhl.)[1]

2.

Von allen der Untersuchung zugänglichen Momenten zeigen in München am meisten die Oscillationen des Grundwassers einen nicht zu verkennenden Zusammenhang mit der In- und Extensität des Typhus. (Buhl.)[2]

3.

So lange das Grundwasser fortwährend steigt, nimmt die Gesammtzahl der Typhustodten fortwährend ab, so lange das erstere fortwährend fällt, steigt der Typhus an. (Buhl.)[3]

---

1) S. Zeitschrift für Biologie Bd. I, S. 4.
2) a. a. O. Bd. I. S. 11.
3) a. a. O. Bd. I. S. 12.

4.

Die Grösse und Dauer der einen oder anderen Bewegung enthält das Maass für die In- und Extensität des Typhus. (Buhl.)[1])

5.

Die Bewegung der Typhuszahlen von Buhl, verglichen mit der Bewegung des Grundwassers, lässt nach Elimination der jährlichen Periode eine Coincidenz erkennen, welche mit einer Wahrscheinlichkeit von 36000 gegen 1 auf einen gesetzmässigen Zusammenhang der beiden Erscheinungen schliessen lässt. (Seidel.)[2])

6.

Alle Untersuchungen sprechen ferner auch dafür, dass in München wirklich in einem Monat, welcher mehr als die gewöhnliche der Jahreszeit zukommende Menge der Niederschläge darbietet, ein Zurückbleiben der Anzahl der Typhuserkrankungen unter dem Durchschnitt gleichnamiger Monate entschieden probabler ist, als ein Ueberschuss über dieselbe und umgekehrt in einem Monat von entgegengesetztem meteorologischem Verhalten, — und dass nicht bloss der Zufall in dem von Buhl's Aufzeichnungen umfassten Zeitraume den Anschein einer solchen Verbindung beider Naturvorgänge erzeugt hat. (Seidel.)[3])

7.

Während sich ein deutlicher Einfluss der Niederschläge auf die mehrere Monate nachfolgenden Typhusfälle noch erkennen lässt, ergiebt ein Vergleich zwischen den monatlichen Typhusfällen und den Regenmengen nachfolgender Monate nicht den geringsten Zusammenhang mehr. (Seidel.)[4])

8.

Bedenkt man, dass zwei ganz selbstständige Untersuchungen, nämlich wegen des Grundwasserstandes und wegen der Regenmenge sich dahin vereinigen, die günstige Wirkung vermehrter Wassermengen erkennen zu lassen, und dass namentlich die letztere Untersuchung mehrfache, unter sich unabhängige Abzählungen enthält, die alle

1) a. a. O. Bd. I. S. 14.
2) a. a. O. Bd. I. S. 230.
3) a. a. O. Bd. II. S. 169.
4) a. a. O. Bd. II. S. 161.

in gleichem Sinne sprechen, — dass also der Zufall das, was schon in Einem Falle höchst unwahrscheinlich war, hier immer wieder in völlig analoger Weise herbeigeführt haben müsste, — so wird man geradezu gezwungen zu der Annahme, dass irgend ein physikalischer Zusammenhang zwischen den betrachteten Vorgängen besteht, obgleich die nähere Natur desselben für jetzt noch nicht erkannt ist. (Seidel.)[1])

9.

Wollte man sich die beiden Vorgänge nicht einen von dem andern, sondern gemeinschaftlich von einem andern dritten unbekannten abhängig denken, so müsste im vorliegenden Falle von der supponirten Unbekannten zugleich der Stand des Grundwassers, die Quantität der meteorischen Niederschläge und die Frequenz der Typhuserkrankungen regiert und in eine gewisse Uebereinstimmung gesetzt werden; und da diese Unbekannte der Einfluss der Jahreszeiten nicht sein kann, weil dieser in allen Zahlenreihen eliminirt worden ist, so kann keine andere plausible Erklärung aufgestellt werden, als die Annahme, dass unter den Münchner Lokalverhältnissen das im Boden enthaltene Wasser, wenn es reichlich genug vorhanden ist, den Ablauf gewisser Processe, welche für die Häufigkeit der Typhuserkrankungen maassgebend sind, verhindere oder einschränke. (Seidel.)[2])

10.

Am natürlichsten ist es, diese Processe selbst als im Boden verlaufend sich vorzustellen. Dass nämlich vermehrte atmosphärische Niederschläge auch ihrerseits die vortheilhafte Wirkung dadurch ausüben, dass sie den porösen Boden mit Feuchtigkeit tränken, und nicht in Folge einer direkten Einwirkung der Witterung auf unseren Organismus, ist nothwendig desshalb vorauszusetzen, weil von ihnen ein selbst durch Monate sich erstreckender Einfluss constatirt ist, und weil der hohe Stand des im Boden schon angesammelten Wassers auch für sich allein betrachtet, von einer ebenso

1) a. a. O. Bd. II. S. 175.

2) a. a. O. Bd. II. S. 175.

günstigen, ja sogar von einer noch deutlicher hervortretenden Wirkung begleitet wird. (Seidel.)[1])

11.

Wenn man abzählt, wie oft mit mehr als mittleren Niederschlägen auch ein über das Mittel erhöhter, mit verminderten Niederschlägen ebenso ein vertiefter Stand des Grundwassers gleichzeitig angetroffen wird, so spricht sich in dem beträchtlichen Vorherrschen des Zusammenfallens von hohem Regen- mit hohem Grundwasserstande und umgekehrt (60 gegen 38) der Zusammenhang aus, welcher zwischen der Menge Niederschläge und der Höhe des Wassers im Boden selbst besteht. Die Verbindung zwischen diesen beiden wahrzunehmen, kann nicht überraschen: aber merkwürdig ist, dass die Beziehung, in welcher Grundwasserstand und Regenmenge jedes für sich mit der Häufigkeit des Typhus steht, in den Zahlen (73.5 gegen 34.5 und 67 gegen 35) sogar noch mit grösserer Bestimmtheit ausgesprochen ist, als ihre nicht zu bezweifelnde Verbindung unter sich. Was also Niemand bezweifelt, der Zusammenhang des Grundwasserstandes mit der Regenmenge, spricht sich in den Zahlen nicht einmal so deutlich aus, wie der Zusammenhang der Typhusfrequenz mit dem Grundwasserstande und der Regenmenge. Es ist daher kein vernünftiger Grund vorhanden, den letztern Zusammenhang noch ferner zu bezweifeln. (Seidel.[2])

12.

Armuth, schlechte Nahrung, Diätfehler, Erkältungen, nasse Füsse, Unreinlichkeit in Haus und Hof, schlechte Abtritte und Kanäle, feuchte, schlecht ventilirte, überfüllte Wohnungen, Sümpfe etc. vermögen die zeitliche Bewegung des Typhus in München nicht zu erklären. Diese Momente wirken grossentheils nur auf die individuelle Disposition, an Typhus zu erkranken, einige vielleicht auch auf die örtliche Disposition des Bodens, indem sie ihn mit organischen Stoffen schwängern.[3])

---

1) a. a. O. Bd. II. S. 176.
2) a. a. O. Bd. II S. 173.
3) a. a. O. Bd. IV S. 11.

13.

Seit 14 Jahren, seit in München das Grundwasser beobachtet wird, kamen drei grössere Typhusepidemien vor. Die allerheftigste $18^{57}/_{58}$ fällt mit dem allertiefsten Grundwasserstande zusammen, die zweitheftigste $18^{65}/_{66}$ mit dem zweittiefsten, die dritthefttigste $18^{63}/_{64}$ mit dem dritttiefsten.[1])

14.

Dasselbe Gesetz spricht sich auch im umgekehrten Falle aus. Die allergeringste Typhusmortalität seit 1856 hatte München im Jahre 1867 zur Zeit des allerhöchsten Grundwasserstandes, die zweitgeringste im Jahre $18^{60}/_{61}$ zur Zeit des zweithöchsten Grundwasserstandes.[2])

15.

Ein Einfluss verschiedenen Trinkwassers auf die Häufigkeit des Typhus in München lässt sich auf keine Weise constatiren.[3])

---

1) a. a. O. Bd. IV S. 16.
2) a. a. O. Bd. IV S. 17.
3) a. a. O. Bd. IV S. 513.

Ueber die Wirkungsweise des Pepsins bei der Verdauung.

Von

Adolf Mayer.

Schon mehrmals war man geneigt, die physiologischen Vorgänge, die man als Verdauung bezeichnet, in eine nähere oder fernere Beziehung zu den Gährungserscheinungen zu bringen, sei es nun, dass man diese als veranlasst durch den Stoffwechsel gewisser niedriger Organismen betrachtete, oder durch irgend eine andere Ursache erklärte. Einer solchen Anschauungsweise wird unläugbar neue Wahrscheinlichkeit gegeben durch die Entdeckung[1]), dass das Pepsin, welches bekanntlich eine Hauptrolle bei der Verdauung spielt und ohne welches eine Bewältigung der vorzüglichsten thierischen Nahrungsmittel gar nicht gedacht werden kann, das beste aller bis jetzt bekannten stickstoffhaltigen Nahrungsmittel des Hefepilzes Saccharomyces cerevisiae ist. Es wurde in der citirten Abhandlung gezeigt, dass das Bedürfniss des genannten Hefepilzes an stickstoffhaltiger Substanz zwar auf mehrerlei Weise befriedigt werden kann, dass gewisse Ammoniaksalze (wie schon Pasteur wusste), ausserdem eine Reihe von organischen, stickstoffhaltigen Körpern, wie Harnstoff, Allantoïn, Asparagin[2]) u. a. den Hefepilz einigermaassen mit Stickstoff zu versorgen vermögen, während salpetersaure Salze, Proteinstoffe u. a. Körper hiezu mehr oder weniger unfähig sind, dass es aber besonders eine Gruppe von chemisch noch wenig untersuchten Körpern zu geben scheint, die in der Fähigkeit, den Hefepilz mit Stickstoff zu versorgen, alle andern stickstoffhaltigen Stoffe weit hinter sich lassen und bei gleichzeitiger Anwesenheit von Zucker und gewissen Aschenbestand-

1) Siehe meine Untersuchungen über die alkoholische Gährung etc. etc. Heidelberg, 1869, p. 72.

2) a. a. O. p. 67.

theilen in den richtigen Verhältnissen, eine äusserst intensive Gährung veranlassen. Diese Gruppe umschliesst allem Anschein nach die Diastase (die in der Bierwürze und in vielen Branntweinmaischen als stickstoffhaltiges Nahrungsmittel des Hefepilzes zu dienen scheint), das Ptyalin, das Pepsin und dergleichen Stoffe, über deren chemische Formel und Constitution wir Nichts wissen, die aber einige gemeinschaftliche Reaktionen zeigen und denen allen gewisse geheimnissvolle Wirkungen zugeschrieben werden, die man als Fermentwirkungen, catalytische Wirkungen oder Contaktwirkungen zu bezeichnen pflegt. Jedenfalls wurde durch exakte Versuche festgestellt, dass das Pepsin als das beste aller bekannten stickstoffhaltigen Nahrungsmittel des Hefepilzes zu betrachten ist, und dies Resultat wird durch neuere noch nicht abgeschlossene Versuche aus dem Karlsruher landwirthschaftlichen Laboratorium [1]), deren Zweck es ist, einige der in meiner Abhandlung angeregten Fragen weiter zu erörtern, auf das Vollständigste bestättigt. Was die weiteren Details der mitgetheilten Thatsachen, sowie die Beweisführung für den behaupteten Sachverhalt betrifft, so muss ich auf die Abhandlung selbst verweisen.

Offenbar liegt nun aber bei der angedeuteten Sachlage der Gedanke sehr nahe, dass das Pepsin auch bei der Verdauung theilweise eine ähnliche Rolle spielen könnte, wie bei der alkoholischen Gährung. Gewisse regelmässige Vorgänge bei der Verdauung, wie die Bildung von Milchsäure und von Buttersäure sehen wirklichen Gährungserscheinungen, für deren Zustandekommen die Anwesenheit und eine zweckmässige Ernährung ganz bestimmter niedriger Organismen als unentbehrlich erkannt worden ist, auf's Haar ähnlich; auf der andern Seite ist für unsern chemischen Verstand die Wirkungsweise des Ptyalins, des Pepsins, des Pankreasferments so räthselhaft, dass es doppelt verzeihlich erscheint, hinter den von diesen Stoffen eingeleiteten Vorgängen wahre Gährungserscheinungen, bedingt durch die Entwickelung niedriger Organismen, zu wittern. Jene als Fermente bezeichneten Stoffe würden dann, wie

---

1) Auch bedient man sich daselbst zur Züchtung kräftiger Hefe mit grossem Erfolg eines mit Zucker versetzten Auszugs der Magenschleimhaut.

die organische stickstoffhaltige Substanz des Bierhefeextrakts, die man früher auch als ein solches Ferment anzusehen pflegte, zu einfachen Nahrungsmitteln der Gährungsorganismen herabsinken. Diese Anschauung wird noch wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass jene als Fermente bezeichneten Stoffe ihre Fähigkeit, die für sie charakteristischen Umsetzungen zu bewirken, durch Erhitzen zum Sieden verlieren, eine Erscheinung, die bei einer grossen Reihe von chemischen Umsetzungen, als deren Ursache mit Sicherheit gewisse niedrige Organismen erkannt sind, ebenfalls constatirt ist und sich dort einfach auf das Absterben jener Organismen bei der Siedhitze zurückführen liess.

Kurz nach Anstellung der vorstehenden Betrachtung liegt der Gedanke ausserordentlich nahe, dass das Pepsin und seine Verwandten auch gute Nahrungsmittel anderer Gährungsorganismen, als des Hefepilzes sein möchten, und dass auf diese Weise gewisse Verdauungserscheinungen zu erklären seien, ein Gedanke, dem ich am Schlusse meiner Abhandlung p. 81 folgenden Ausdruck verlieh: „Sollte das Pepsin auch ein gutes Nahrungsmittel für die „Organismen sein, die andere Umsetzungen, als die alkoholische „Gährung bewirken, so läge der Gedanke nahe, die Rolle des „Pepsins bei der Verdauung wenigstens zum Theil auf die Ernähr„ung von Organismen zurückzuführen, die jenen Umsatz der Ver„dauung bewirken etc. etc."

In dieser Anschauungsweise liegt ohne Zweifel etwas sehr Verführerisches und ich habe es für meine Pflicht gehalten, dieselbe wenigstens für einen Verdauungsvorgang durch das nüchterne Experiment zu prüfen. Jener mit grosser Vorsicht ausgesprochene und wohl verclausulirte Satz, der nur die Möglichkeit des angedeuteten Sachverhalts zeigen und zu Versuchen anregen sollte, ist von mehreren Seiten, wie ich aus mündlichen Mittheilungen ersehe, als der Ausdruck einer berechtigten und wohl begründeten Vermuthung angesehen worden. Wir haben nun leider in der Geschichte der Theorien der Gährungserscheinungen schon zu viel Unheil in Folge von geistreichen Speculationen erlebt, die alle Vorgänge am naturgemässesten zu erklären schienen, während einige einfache Versuche genügt hätten, um das Unhaltbare der

gepriesenen Anschauungen zu zeigen, als dass ich Anlass zu ähnlichen Irrthümern geben möchte.

Ich habe die angeregte Frage zunächst für die Eiweissverdauung durch Pepsinlösungen zu lösen gesucht und, wie ich glaube, durch einige sehr einfache Versuche beantwortet. Bekanntlich besitzen sehr verdünnte angesäuerte Pepsinlösungen die Fähigkeit, coagulirtes festes Eiweiss, das an sich in angesäuertem oder reinem Wasser unlöslich ist, in Lösung überzuführen oder, wie man sich ausdrückt, zu verdauen: Hiebei finden auch ausserdem einige sonstige Aenderungen der Eigenschaften der so behandelten Eiweissstoffe statt, und die so veränderten Eiweissstoffe heissen Peptone.

Meine Versuche, die sich also zunächst auf diesen Vorgang erstreckten und die Frage beantworten sollten, ob bei demselben niedrige Organismen thätig wären, wurden in folgender Weise angestellt. Vier an einem Ende etwas ausgezogene Glasröhren, wie man sie zu Reaktionen bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Drucke verwendet, wurden mit einer mit wenig Salzsäure angesäuerten, verdünnten wirksamen Pepsinlösung halb gefüllt. Dieselbe war vorher mit einem Aschengemisch, das sich bei Gährungsversuchen als zweckmässig erwiesen hatte, von 10 Theilen phosphorsaurem Kali auf 5 Theile schwefelsaure Magnesia und 1 Theil 3basisch phosphorsauren Kalk versetzt worden. In alle Röhren wurden gleiche Mengen von hartem Hühnereiereiweiss gebracht, hierauf die Röhre Nr. 1 an der ausgezogenen Stelle zugeschmolzen. Die 3 anderen Röhren wurden noch ungeschlossen im Wasserbade zum Sieden erhitzt, und von diesen die Röhre Nr. 2 zugeschmolzen, als die umgebende Flüssigkeit eben zu kochen begann, Nr. 3 nachdem das Kochen 5 Minuten, Nr. 4 nachdem es 10 Minuten angehalten hatte, in gleicher Weise durch Abschmelzen der verdünnten Stelle vor der Gaslampe geschlossen.

Alle 4 Röhren wurden in gleicher Weise bei 35° C. mehrere Tage sich selbst überlassen. In Nr. 1 begann die Lösung des festen Eiweisses in gewohnter Weise. Nach 24 Stunden waren die Kanten opalescirend geworden, nach etwa 36 Stunden war die Lösung sehr vollkommen eingetreten; nur völlig zu vernachlässigende fadenartige Reste waren in der Flüssigkeit sichtbar. In Nr. 2, 3, 4 trat

dagegen keine Lösung ein, selbst nicht nach 7 Tagen, während welcher Zeit die Röhren stets in einer Temperatur von 32°—37° gehalten wurden. Die Eiweissstreifchen zeigten auch nach dieser langen Zeit nicht die geringste Opalescenz an den Rändern, färbten sich nur schwach gelblich und wurden etwas brüchig. Nach 7 Tagen wurden die Röhren Nr. 1, 2 und 4 geöffnet und die Flüssigkeiten mit einem Microscop mit Immersionssystem bei 1000facher Vergrösserung untersucht. In der Flüssigkeit von Nr. 1 wurden Organismen, jedoch nur in sparsamer Menge angetroffen. Es waren dies hefenartige Organismen, kleiner als die Bierhefe und sogar als die Weinhefe. In der Flüssigkeit der Röhren Nr. 2 und 4 konnten, wie vorauszusehen, keine Organismen aufgefunden werden.

Diese Versuchsresultate waren offenbar nach dem bisher über Eiweissverdauung Bekannten zu erwarten, denn man wusste ja, dass Pepsinlösungen beim Erhitzen zum Sieden ihre charakteristische Wirksamkeit einbüssten. In gleicher Weise kann es durchaus nicht auffallen, dass niedrige Organismen, deren weite Verbreitung ja vielfach nachgewiesen ist, in einer Flüssigkeit Platz greifen mussten, wo sie Nahrung fanden und nicht vorher durch Siedhitze getödtet worden waren. Es wäre im Gegentheil höchst auffallend gewesen, wenn ein Gemisch, wie es sich in Röhre Nr. 1 befand, nicht von Organismen befallen worden wäre, da ja kein Schritt geschah, dieselben auszuschliessen.

Ich bin daher weit entfernt, aus den mitgetheilten Thatsachen irgend einen Schluss auf die Zusammengehörigkeit der Entwicklung jener Organismen mit dem Vorgang der Auflösung des Eiweisses zu machen. Diese Frage sollte vielmehr erst durch die jetzt mitzutheilenden Versuche gelöst werden.

Wenn jene Organismen maassgebend waren für den Vorgang der Eiweisslösung und das Pepsin nur als Nährstoff dieser Organismen diente, so musste mit grosser Wahrscheinlichkeit jener Vorgang auch in einem der ausgekochten Gläschen durch Verpflanzung jener Organismen eingeleitet werden können; es musste ausserdem schon unter Umständen die Infektion mit Keimen, die im atmosphärischen Staube enthalten sind, zur Anregung der verdauenden Wirkung des gekochten Pepsins genügen.

Wenn es dagegen gelang, jene Organismen zu verpflanzen, und eine sogenannte freiwillige Infektion durch atmosphärischen Staub vorzunehmen, ohne dass die Auflösung des coagulirten Eiweisses gelang, so war bewiesen, dass jene Organismen Nichts mit der Eiweissverdauung zu thun hatten, so war es ausserdem in hohem Grade unwahrscheinlich, dass überhaupt Organismen bei diesem Vorgang mitwirkten, denn hiezu wäre die Hypothese erforderlich (da wir doch die Uebertragbarkeit solcher Organismen aus der einen Flüssigkeit in die andere selbstverständlich annehmen müssen), dass nicht bloss die wirksamen Organismen von solcher Kleinheit wären oder in so sparsamer Verbreitung in der Flüssigkeit vorkämen, dass sie der mikroskopischen Untersuchung entgehen konnten, sondern dass auch die gekochten Pepsinlösungen nicht mehr die Fähigkeit hätten, solche Organismen zu ernähren, während doch die gekochten Pepsinlösungen nach meinen Untersuchungen fähig waren, den Hefepilz der alkoholischen Gährung kräftig zu ernähren. Die Möglichkeit einer solchen Hypothese in dem angenommenen Fall zeigt indessen die Unvollständigkeit des beizubringenden experimentellen Nachweises.

Ich übertrug also mit einem Glasstab eine kleine Menge der Flüssigkeit aus der Röhre Nr. 1, in der die nahezu vollständige Auflösung des Eiweisses vor sich gegangen war, in die Flüssigkeit der Röhre Nr. 2, wo wie in den beiden andern erhitzten Röhren keine Auflösung eingetreten war, schmolz wieder zu. Die Flüssigkeit Nr. 4 wurde mehrere Stunden lang der Infektion durch atmosphärischen Staub ausgesetzt, dann ebenfalls wieder zugeschmolzen. Beide Röhren Nr. 2 und 4, sowie die nicht geöffnete Nr. 3 wurden wieder mehrere Tage auf 32°—37° C. erhitzt. In keiner der 3 Röhren trat Lösung oder auch nur ein Durchscheinendwerden der Kanten der Eiweissstreifchen ein, an welchen überhaupt keine weitere Aenderung wahrgenommen werden konnte. Die mikroskopische Untersuchung, die nach 5 Tagen vorgenommen wurde, ergab in Nr. 2 und 4 die Anwesenheit von niedrigen Organismen, auf deren Eigenthümlichkeit einzugehen hier völlig zwecklos erscheint.

Der ganze Versuch wurde alsdann noch einmal in kleinen Gläschen, die mit Kautchoukstopfen verschlossen wurden, wiederholt mit der einzigen Abänderung, dass diessmal Milchsäure zum Ansäuern

der pepsinhaltigen Flüssigkeit genommen wurde. Der Erfolg war völlig der gleiche. In der nichterhitzten Flüssigkeit ging die Lösung völlig von Statten, während die erhitzte sich hiezu ganz unfähig zeigte. Aber auch durch Uebertragung einer sehr kleinen Menge der verdauenden Flüssigkeit, in der Organismen durch das Mikroskop und auch schon ohne Mikroskop (Mycoderma vini - ähnliche Bildungen an der Oberfläche der Flüssigkeit) constatirt werden konnten, gelang es nicht, die gekochte Pepsinlösung zu jener Auflösung zu befähigen, obgleich die Organismen auch in dieser Lösung alsdann ein freudiges Gedeihen zeigten.

Die Schlüsse, die aus den vorstehenden Versuchen gezogen werden dürfen, liegen auf der Hand. Die Vermuthung, dass das Pepsin bei der Verdauung eine ähnliche Rolle spielen möchte, als bei der alkoholischen Gährung, wo es zweifellos als Nahrungsmittel des Hefepilzes dient, hat sich für die bestgekannte Wirkung des Pepsins bei der Verdauung für die Ueberführung ungelöster Eiweissstoffe in Peptone, nicht bestätigt. Es lässt sich zwar auf dem experimentellen Wege nicht mit Sicherheit erweisen, dass Organismen überhaupt keine Rolle bei dem in Rede stehenden Vorgang spielen, denn für diese Annahme bleibt, wie wir gesehen haben, eine Hypothese offen, die sich mit den experimentellen Daten verträgt; aber wir haben zur Aufstellung einer solchen Hypothese nicht die allergeringste Berechtigung. Jedenfalls besteht keine Analogie zwischen beiden Vorgängen der alkoholischen Gährung und der Eiweissverdauung, denn dort hat gerade die gekochte Pepsinlösung sich als äusserst wirksam erwiesen, hier das Kochen in allen Fällen die Wirksamkeit der Pepsinlösung vernichtet und gerade die scheinbare Analogie beider Vorgänge hatte uns veranlasst, eine ähnliche Wirksamkeit des Pepsins in beiden Fällen zu vermuthen und experimentell vorzugehen.

Das Resultat der angestellten Versuche schliesst zugleich die Lehre in sich ein, wie vorsichtig man in seinen Schlüssen auf dem Gebiet der Gährungserscheinungen und der Fermentwirkungen sein muss, wie voreilig sich oft hier die scheinbar naturgemässesten Verallgemeinerungen erweisen und wie nothwendig es ist, einen jeden neuen Vorgang experimentell zu bearbeiten. Wir wären

ohne Zweifel weit früher zu einer klaren Einsicht in die gewöhnlichsten Gährungserscheinungen gelangt, wenn man sich nicht mit glänzenden Theorien zufrieden gegeben hätte, die in der That Nichts waren als unzulässige Verallgemeinerungen aus einzelnen gut studirten Vorgängen. Es kann heute zu Tage kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass es Gährungs- und Verwesungserscheinungen gibt, die sich darstellen als das Resultat des Gesammtstoffwechsels niedriger Organismen, dass es aber auch Fermentwirkungen giebt (die man auch als catalytische oder Contaktwirkungen bezeichnen mag), welche einer rein chemischen Erklärung harren. Die von sehr verschiedenen Parteien vorgefasste Meinung, dass alle derartigen Erscheinungen auf eine und dieselbe Weise zu erklären sein müssten, hat zu den mannigfachen Irrthümern geführt, an denen die Geschichte unserer Gährungstheorien so überaus reich ist.

Was die Verdauung betrifft und die Frage, ob das Pepsin bei einem oder dem andern zu derselben gehörigen Vorgang, wie z. B. bei der Milchsäurebildung im Verdauungscanal, die einer Gährungserscheinung offenbar am ähnlichsten sieht, nicht doch eine Rolle analog der bei der alkoholischen Gährung spielt, so wird das aufmerksame Studium der Milchsäuregährung (zuerst natürlich in sehr einfach zusammengesetzten Gährungsgemischen) der Beantwortung dieser Frage vorhergehen müssen. Es ist selbstverständlich hiezu erst nöthig, die Milchsäurehefe in grösserer Reinheit züchten zu lernen und sich grössere Bekanntschaft mit den Bedingungen, unter welchen die Milchsäuregährung am Besten gedeiht, zu erwerben, als bisher geschehen ist.

Heidelberg, im März 1869.

Ueber den Stoffverbrauch bei einem leukämischen Manne.

Von

M. v. Pettenkofer und C. Voit.

Nachdem wir uns über den Stoffverbrauch bei dem gesunden Menschen unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen unterrichtet hatten, schien es uns von Wichtigkeit, denselben auch bei einer Reihe von Abweichungen vom normalen Zustande zu ermitteln. Wir benützten daher gerne eine sich darbietende Gelegenheit, einen an hochgradiger lienaler Leukämie Leidenden in den Kreis unserer Untersuchung zu ziehen. Es waren ausschliesslich theoretische Betrachtungen, welche uns dazu bestimmten. Wir lassen die Blutkörperchen den Verkehr zwischen dem Sauerstoff der Atmosphäre und den Organen des Körpers vermitteln, und zwar schreiben wir den rothen Blutkörperchen diese wichtige Rolle zu. Man sollte nun denken, dass, wenn in einem Organismus ein beträchtlicher Theil derselben durch ganz andere Gebilde, durch die kernhaltigen, noch ungefärbten weissen Blutkörperchen ersetzt ist, dieser Austausch nicht so rege vor sich geht. Wir hatten in der That etwas der Art erwartet und waren sehr gespannt, wie sich dann bei gleicher Zufuhr wie bei Gesunden die verschiedenen Zersetzungen gestalten würden.

Unser Kranker, aus der Praxis des Collegen H. Ranke, war zur Zeit der Untersuchung 40 Jahre alt. Er war Malerleinwandbereiter und hatte viel mit Bleifarben zu thun. Er sah blass und abgemagert aus und litt seit etwa 4 Jahren an Leukämie, verbunden mit Anschwellung der Milz. Bei der Untersuchung des Blutes zeigte sich eine enorme Masse weisser Blutkörperchen und es fanden sich alle

möglichen Uebergänge zwischen ihnen und den kernlosen rothen; nach einigen Zählungen trafen auf 1 farbloses Blutkörperchen etwa 3 farbige. Der Kranke fühlte sich trotz guten Appetits müde und kraftlos. Nichtsdestoweniger schlief er unter Tags nie, Nachts nur unruhig; er gab an, dass er Abends nur eine Suppe essen dürfe, da er sonst in der Nacht durch Auftreibung seines Leibes (wahrscheinlich von einer Anschwellung der Milz in Folge der Verdauung herrührend) zu sehr gestört werde. Während des Schlafes hatte er stets starke Schweisse und fühlte sich beim Erwachen kraftloser, als vor dem Einschlafen; er erholte sich immer erst einige Zeit nach dem Aufstehen. Vier Monate nach unserer Untersuchung ging der Mann zu Grunde; bei der Sektion stellte sich als Todesursache eine reine lienale Leukämie mit ausserordentlich vergrösserter Milz heraus. Bei der chemischen Untersuchung des Blutes fiel sogleich auf, dass sich aus demselben in der Siedehitze ohne Zusatz einer Säure das Eiweiss völlig ausschied; in Pergamenthütchen nach dem Vorgange von Kühne dialysirt, zeigte sich das Dialysat deutlich sauer reagirend, was früher schon Scherer als charakteristisch für die Leukämie angegeben hatte; die Ursache der sauren Reaktion ist nach Scherer die Anwesenheit von organischen Säuren, Ameisensäure, Essigsäure und Milchsäure.

Bei dem Hauptversuche Nr. I erhielt der Mann dieselbe mittlere Kost, welche auch der normale Mensch und der Diabetiker verzehrt hatten, so dass wir die drei direkt mit einander vergleichen können. Es wurde dabei keine Trennung des Versuchs in 2 Hälften und auch keine Bestimmung von Wasserstoff und Grubengas gemacht. Im Versuche Nr. II ass der Kranke nach Belieben und es wurde nur die Quantität des Verzehrten genau bestimmt, da das Hauptaugenmerk hier auf eine Trennung des Versuchs in die Tages- und Nachthälfte gerichtet war.

I.

Mittlere Kost.

1866. 1. August Vormittags 10 Uhr bis 2. August Vormittags 10 Uhr.

Körpergewicht Anfang des Versuchs 59.710

" Ende " " 59.500.

Nahrung.

(Den 31. Juli Abends zum letzten Male eine Suppe gegessen)

Vormittags 10 Uhr	Brod	100.0
	Butter	15.0
	Salz	0.2
	Bier	256.2
Mittags 12 Uhr	Fleisch	84.1 = 150 frisch
	Schmalz	21.5
	Salz	2.0
	Brod	70.0
	Bier	256.2
	Stärke	70.0
	Zucker	17.0
	Schmalz	23.2
	Wasser	29.5
Nachmittags 4 Uhr	Brod	70.0
	Butter	15.0
	Salz	0.2
Abends 1/2 8 Uhr	Fleisch	58.0 = 100 frisch
	Schmalz	13.0
	Salz	1.6
	Brod	70.0
	Bier	512.5
	Eiweiss	52.1 = 70 frisch
	Schmalz	12.3
	Salz	0.7
Früh 6 Uhr	Milch	500.0
	Brod	140.0
	Wasser	265.0
	in 24 Stunden:	2781.2

Ausgaben.

1) Harn:[1]

Harnmenge	1400.4
Feste Theile	56.5
Harnstoff	30.10 (14.05 N)
Harnsäure	1.358
Asche	16.50
Kochsalz	12.01
Schwefelsäure	1.99
Phosphorsäure	2.29
Stickstoff	13.70

1) Der Harn reagirt sauer, ist etwas trüb und zeigt einen ziemlich reichlichen Absatz von Harnsäurekrystallen.

2) Koth:

2. August 11 Uhr Vormittags 127.3 = 31.4 trocken mit 15.8% Fett.
3. August 11 Uhr Vormittags 111.4 = 22.8 trocken mit 11.7% Fett.

3) Respiration:

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 18.6° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . . . 320367 Liter

Kohlensäure der einströmenden Luft 0.7383, 0.7336 pro mille

Kohlensäure der abströmenden Luft 3.6513, 3.6501 " "

Wasser der einströmenden Luft 9.1174, 9.1029 " "

Wasser der abströmenden Luft 12.2890, 12.3283 " "

Abgegebene Kohlensäure 970.3 Grm.

Abgegebenes Wasser 1284.5 " (1054.5 in der Luft, 230.0 im Bett.)

Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff 789.8 "

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff	Asche
Einnahmen:							
Fleisch	142.1	81 8	31.3	4.3	8.50	12.9	3.2
Eiweiss	52.1	42.8	5.0	0.7	1.35	2.0	0.3
Brod	450.0	208.6	109.6	15.6	5.77	100.5	9.9
Milch	500.0	435.4	35.2	5.6	3.15	17.0	3.6
Bier	1025.0	961.2	25.6	4.3	0.67	30.6	2.7
Schmalz	70.0	—	55.3	7.7	—	7.0	—
Butter	30.0	2.1	22.0	3.1	0.03	2.8	—
Stärke	70.0	11.0	26.1	3.9	—	29.0	—
Zucker	17.0	—	7.2	1.1	—	8.7	—
Salz	4.7	—	—	—	—	—	4.7
Wasser	294.5	294.5	—	—	—	—	—
Sauerstoff aus d. Luft	789.8	—	—	—	—	789.8	—
	3445.2	2037.4	317.3	46.3	19.47	1000.3	24.4
		= 226.4 H		226.4		1811.0	
		1811.0 O		272.7		2811.3	
Ausgaben:							
Harn	1400.4	1343.9	11.4	2.4	13.70	12.5	16.5
Koth	238.7	184.5	24.7	3.7	3.60	12.2	10.0
Respiration . . .	2254.8	1284.5	264.6	—	—	705.7	—
	3893.9	2812.9	300.7	6.1	17.30	730.4	26.5
		= 312.5 H		312.5		2500.4	
		2500.4 O		318.6		3230.8	
Differenz	— 448.7	—	+16.6	—45.9	+2.17	—419.5	—2.1

II.

Kost nach Belieben, Trennung in Tag und Nacht.

1866. 27. August Früh 5 Uhr bis 28. August Früh 5 Uhr.

Körpergewicht	Anfang des Versuchs	59.680
„	Mitte „ „	60.430
„	Ende „ „	59.745

Nahrung.

(26. August Abends zum letzten Male eine Suppe gegessen.)

Tag:	Früh 1/2 7 Uhr	Milchkaffee	336.0
		Weissbrod	62.3
	Vormittags 10 Uhr	Weissbrod	58.8
		rother Wein	189.6
	Vormittags 11 Uhr	rother Wein	99.9
	Mittags 12 Uhr	Suppe	448.0
		Kalbsbraten	250.9
		Schwarzbrod	100.5
	Nachmittags 2 Uhr	Wein	184.6
	Nachmittags 4 Uhr	Wein	184.6
			1914.9
Nacht:	Abends 6 Uhr	Suppe	415.0
		Wein	113.2
	Nachts	Wasser	782.7
			1310.9
		in 24 Stunden:	3225.8

Ausgaben.

1) Harn[1]):

	Tag	Nacht	24 Stunden
Harnmenge	708.1	1066.9	1775.0
Harnstoff	14.80	21.10	35.90
Kochsalz	5.08	8.16	13.24

2) Respiration:

(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 20.9° C)

	Tag	Tag und Nacht
Durchgeströmte Luftmenge	159090 Liter	328947 Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.9555 pro mille	1.0345 pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	3.7511 „ „	3,8062 „ „
Wasser der einströmenden Luft	11.9458 „ „	12.5190 „ „
Wasser der abströmenden Luft	13.6482 „ „	14.9134 „ „
Abgegebene Kohlensäure	480.9 Grmm.	946.3 Grmm.
Abgegebenes Wasser	322.2 „ {292.9 i. d. Luft, 29.3 im Bett}	1081.3 „ {817.4 i. d. Luft, 263.9 im Bett}
Aus d. Luft aufgenommener Sauerstoff	346.3 Grmm.	641.8 Grmm.

1) Im Tag- und Nachtharn starkes Sediment von krystallisirter Harnsäure; Harn stark sauer.

In Nr. I bestand die Nahrung aus:

137 Gmm. trockener eiweissartiger Substanz
117 „ Fett
352 „ Kohlehydraten

wie bei den früheren Versuchen.

Davon sind resorbirt worden:

114 Gmm. trockene eiweissartige Substanz
109 „ Fett
335 „ Kohlehydrate.

Der Körper hat das Aufgenommene in 24 Stunden beinahe alles wieder zersetzt, er befand sich wie der Gesunde bei gleicher Nahrung nahezu im Stickstoff- und Kohlenstoffgleichgewicht, es findet nur ein geringer Ansatz von Fleisch und Fett statt. Trotz der Abmagerung und des heruntergekommenen Zustandes unterschied sich also die Verdauung des Mannes nicht von der des normalen Menschen. Wir behalten als Differenz der Einnahmen und Ausgaben:

	C	H	N	O
Differenz	+16.6	—45.9	+2.17	—419.5
+15.4 trockenes Fleisch	+ 8.0	+ 1.1	+2.17	+ 3.3
Rest	+ 8.6	—47.0	0	—422.8
+11 Fett	+ 8.6	+ 1.2	0	+ 1.1
	0	—48.2	0	—423.9
			soll	—385.6

Nach Abzug von 15.4 Gmm. trockenem Fleisch und 11 Gmm. Fett, welche im Körper angesetzt worden sind, sollte, wenn soviel Sauerstoff aufgenommen wird, als in den Verbrennungsprodukten entfernt wurde, der Rest des Wasserstoffs und Sauerstoffs zu Wasser sich ergänzen. Es stellt sich aber eine kleine Differenz von 38.3 Gmm. heraus, d. h. es ist vom Körper noch etwas Sauerstoff abgegeben worden, wenn man die unvermeidlichen Fehler unberücksichtigt lässt. Dasselbe zeigt sich auch, wenn wir zusehen, wieviel Sauerstoff nöthig ist, um den verbrauchten Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff nach Abzug der im Harn und Koth befindlichen Elemente in Kohlensäure und Wasser umzuwandeln und wieviel dagegen wirklich aufgenommen worden ist.

	von der Nahrung	im Harn u. Koth	Ansatz von Fleisch u. Fett		zu oxydiren	O nöthig
C	317.3	—36.1	—16.6	=	264.6	706
H	272.7	— 6.1	— 2.3	=	264.3	2115
O	2021.5	—24.7	— 4.4	=	1992.4	—
						2821
						—1992
						829 O
					bestimmt	790 O

Die Differenz in der Quantität des aufgenommenen und des zur Verbrennung von Eiweiss, Fett und Kohlehydraten nöthigen Sauerstoffs beträgt nur 5%. Es sind im Körper wirklich zerstört worden:

99 Gmm. trockene eiweissartige Substanz
98 „ Fett
335 „ Kohlehydrate

Es ist somit auch kein wesentlicher Unterschied in der Zersetzung im Körper eines Normalen und eines Leukämischen bei gleicher Nahrung wahrzunehmen. Es ist zerstört worden:

	Eiweiss zerstört	Fett zerstört	Kohlehydrate zerstört	C durch Haut u. Lungen entfernt	Sauerstoff von Aussen
vom normalen Mann I	120	83	344	249	832
vom normalen Mann II	120	0	344	190	601
vom Leukämischen	99	98	335	265	790
vom Diabetiker	158	192	337	170	680

Vom Leukämischen ist durch Haut und Lungen mehr Wasser abgegeben worden, als vom normalen Manne bei der gleichen Nahrung und Getränkemenge und gleicher Quantität des Harns. Der Normale schied im Mittel 931 Gmm. Wasser durch Haut und Lungen ab, der Leukämiker 1284 Gmm.; daher kommt es auch, dass der erstere an Körpergewicht zunahm, der letztere um 449 Gmm. abnahm, welche Abnahme in Wasser bestand.

Das Verhältniss des aus der Luft aufgenommenen Sauerstoffs zu dem in der Kohlensäure entweichenden ist wie bei dem Gesunden; bei dem letzteren ist es wie 100 : 82, beim Leukämischen wie 100 : 89.

Von Interesse ist auch die Menge der Harnsäure im Harn; Virchow[1]) gab nämlich zuerst an, dass in der Leukämie die Harn-

1) Virchow, Arch. f. path. Anat. Bd. 5, S. 108.

säureausscheidung grösser sei, später fand H. Ranke[1]) das Gleiche; während er als Ausscheidungsgrösse beim Gesunden im Mittel 0.648 berechnete, erhielt er bei Leukämischen im Mittel 0.915 Gmm., und er zog daraus den Schluss, dass die Harnsäure, wenigstens zum grossen Theile, in der Milz entstehe, in deren Saft auch Scherer[2]) Harnsäure als normalen Bestandtheil nachgewiesen hat. Auch unser Leukämischer zeigte das Gleiche; wir können dessen Harnsäuregrösse vergleichen mit der zweier gesunder Männer, welche genau die gleiche Nahrung verzehrt hatten.

			$\bar{U}$ in Gmm.	
Normaler Mann I	Versuch	Nr. 5.	0.8000	0.872
„ „ „	„	„ 7.	0.8509	
„ „ „	„	„ 8.	0.8273	
„ „ „	„	„ 9.	0.9830	
„ „ II	„	„ 15.	0.8941	
Leukämischer	„	„ 1.	1.4240	

Die Vermehrung der Harnsäure beim Leukämischen beträgt demnach 64%.

Den zweiten Versuch stellten wir, wie gesagt, an, um den Gasaustausch, namentlich die Sauerstoffaufnahme während der Tages- und Nachthälfte kennen zu lernen. Die Hauptmahlzeit wurde Mittags gehalten, und Abends nur eine Suppe genossen. Wir erhielten folgende Werthe:

	in 24 Stunden	Tag	Nacht	von 100 treffen auf den Tag	auf die Nacht
Harnmenge	1775.0	708.0	1066.9	39	61
Harnstoff	35.9	14.8	21.1	41	59
Kochsalz	13.24	5.08	8.16	39	61
Kohlensäure	946.3	480.9	465.4	51	49
Wasser	1081.3	322.2	759.1	27	71
Sauerstoff	641.8	346.3	295.5	54	46

Es ist auffallend, dass bei dem Kranken während der Nacht alle Ausscheidungen bis auf die Kohlensäure ansehnlich mehr be-

1) H. Ranke, Beobachtungen u. Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure, 1858.

2) Scherer, Annalen d. Chemie u. Pharm. Bd. 73. S. 329.

tragen als während des Tages. Nachts wird mehr Harn, mehr Harnstoff und Kochsalz entfernt, trotzdem die Hauptmahlzeit Mittags gehalten und Abends nur etwas Suppe gegessen wurde, während beim Gesunden, wenn er Abends noch tüchtig ass, Nachts soviel Harnstoff producirt wurde wie Tags. Dies hat offenbar seinen Grund in einer verzögerten Verdauung bei dem Leukämiker. Beim normalen Mann treffen von 100 in der Respiration ausgeschiedenen Wassers 48 auf den Tag, 52 auf die Nacht, beim Leukämischen nur 27 auf den Tag und 71 auf die Nacht; daraus erklären sich zum Theil wohl die nächtlichen Symptome, über welche der Patient sich so beklagte, das Schwitzen etc. Die Kohlensäureausscheidung erscheint bei Gesunden ausnahmslos am Tag in einem höheren Verhältniss als bei Nacht, bei unserem Kranken mangelt der Unterschied in der Kohlensäureausscheidung zwischen Tag und Nacht beinahe gänzlich, obschon also der Mann seine Hauptnahrung in der ersten Hälfte des Versuchs genoss. Die Sauerstoffaufnahme ist unter Tags ansehnlich grösser, als bei der Nacht; dies war beim Gesunden nie der Fall, denn bei diesem treffen bei demjenigen Versuche mit mittlerer Kost, bei welchem die Differenz zwischen der täglichen und nächtlichen Sauerstoffaufnahme am geringsten war, von 100 Sauerstoff 51 auf den Tag und 49 auf die Nacht. Der geringe Unterschied in der Kohlensäureausscheidung drückt sich noch besser aus, wenn wir berechnen, wie viel von 100 aus der Luft aufgenommenem Sauerstoff in der Kohlensäure erscheinen; der Gesunde schied im ungünstigsten Falle am Tag 84 Sauerstoff in der Kohlensäure aus, Nachts 65, im Mittel 74; der Kranke am Tag 101, Nachts 111, im Mittel 107; der letztere ist also nicht entfernt im Stande, eine so grosse Differenz hervorzubringen als der erstere. Die hohe Verhältnisszahl bei dem Kranken zeigt an, dass hier von demselben viel Wasserstoffgas oder Grubengas entfernt worden ist, welches wir leider nicht bestimmen konnten, da alle vier Pumpen unseres Apparates durch die Trennung des Versuchs in die Tag- und Nachthälfte in Beschlag genommen waren. Die geringe Differenz im Kohlenstoff und Wasserstoff der Einnahmen und Ausgaben, welche wir im ersten Versuche als Fettansatz berechneten, ist vielleicht auch durch die Abgabe der genannten Gase bedingt.

Zum Schlusse machen wir noch auf die höchst wichtige Thatsache aufmerksam, dass der an Leukämie Leidende bei der gleichen Nahrung in der Ruhe eben soviel Sauerstoff zu binden vermag als der Gesunde. Wir sind natürlich weit entfernt davon, daraus den Schluss ziehen zu wollen, dass die rothen Blutkörperchen nicht die Sauerstoffaufnahme vermitteln, oder dass die weissen ebenso tauglich dafür sind. Wir betonen vielmehr die grosse Accommodationsbreite des Organismus, Störungen auszugleichen. Der eine von uns (Voit) hat bei tief eingreifenden Alterationen des Athemmechanismus, z. B. nach Durchschneidung der Nervi vagi am Halse oder bei Pneumothorax der einen Seite bei Kaninchen nicht weniger Kohlensäure erscheinen sehen, ebenso nach ausgiebigen Aderlässen. So ist es auch hier; obwohl bei der Leukämie ansehnlich weniger rothe Blutkörperchen functioniren, so sind sie doch im Stande, durch Anstrengung der wenigen dieselbe Arbeit zu leisten wie viele. Der Unterschied ist nur der, dass dieselben beim Gesunden eine ungleich grössere Maximalthätigkeit ausüben können, wie beim Leukämischen, wo sie immer das Maximum leisten müssen, um eben die nöthige Sauerstoffmenge zuzupumpen. Der Gesunde nimmt, wenn er äussere Arbeit verrichtet, bei gleicher Nahrung und Blutkörperchenmenge wie bei möglichster Ruhe, beträchtlich mehr Sauerstoff von Aussen auf und es ist diese grössere Sauerstoffaufnahme zum Zustandekommen der Arbeit nöthig. Die Blutkörperchen des Leukämischen können nicht mehr thun, als sie schon während der Ruhe vollbringen, der Leukämische ist desshalb kraftlos und zu keiner Anstrengung fähig.

Von nicht geringer Bedeutung ist es auch, dass alle die Zersetzungsvorgänge im Leibe des Leukämischen wie normal vor sich gehen bei saurem Blute, während man früher glaubte, das Blut müsste alkalisch reagiren, wenn Oxydationen in ihm stattfinden sollen und glaubte, bei saurem Blute seien dieselben ganz aufgehoben. Wir wollen vorläufig nicht leugnen, dass im alkalischen Blute das Maximum der Umsetzung ein höheres ist, wir constatiren nur, dass im sauren Blute die Zersetzungen nicht weniger intensiv sein können als im alkalisch reagirenden.

Ueber den Eiweissumsatz bei Zufuhr von Eiweiss und Fett, und über die Bedeutung des Fettes für die Ernährung.

Von

Carl Voit.

Ich habe in einer früheren Abhandlung[1]) dargethan, wie die Zersetzung und der Ansatz von Eiweiss im Körper des fleischfressenden Hundes sich gestaltet bei Fütterung mit reinem möglichst fettfreiem Fleische. Es hat sich herausgestellt, dass nicht alles Eiweiss im Organismus gleichmässig der Zerstörung anheimfällt; trotz der bedeutenden in den Organen abgelagerten Eiweissquantität wird nämlich vom 4—5ten Hungertage an nur wenig verbraucht, dagegen bei der nämlichen Menge des am Körper befindlichen Eiweisses bei reichlicher Zufuhr von Eiweiss durch die Nahrung 15mal mehr, wenn auch die letztere gegenüber der Eiweissmenge am Körper verschwindend klein ist und nur den 8ten Theil derselben beträgt. Ich schloss aus meinen vielfach variirten Beobachtungen, dass der Zerfall des Eiweisses in dem mächtigen intermediären Säftestrom stattfindet, welcher beständig alle Organe durchläuft und welcher durch Einnahme eiweisshaltiger Nahrung anwächst, indem der Ueberschuss des Blutplasmas sich mit den Organen ausgleicht. Meiner Meinung nach sind während des Durchgangs der eiweisshaltigen Flüssigkeit durch die organisirten Theile die Bedingungen für die Spaltung des Eiweisses gegeben, vielleicht nur durch die grosse Vertheilung beim Passiren der geformten Gebilde, ähnlich wie Schönbein[2]) durch Haarröhrchenanziehung oder

1) Voit, diese Zeitschrift 1867. Bd. 3. S. 1.

2) Schönbein, Poggend. Annal. 1861. Nr. 10. S. 275.



Graham[1]) durch Hydrodiffussion und Osmose Trennungen von chemischen Verbindungen bewirkten. Darum wird im Thierkörper das Eiweiss ungleich leichter zerstört als das Fett, während doch ausserhalb des Organismus das Umgekehrte stattfindet.

Meine Versuche lassen entnehmen, dass nur von dem im Säftestrom durch die organisirten Theile circulirenden Eiweiss[2]), und zwar für gewöhnlich gegen 80%, zersetzt wird. Von dem in den Organen abgelagerten oder fester gebundenen Eiweiss geht nur ein kleiner Theil, für gewöhnlich nur 1%, in Circulation und in Zersetzung über; vom 4—5ten Hungertage an ist der Eiweissumsatz proportional der Eiweissmenge am Körper und es zerstörte dabei mein Hund mit 20 Kilo Fleisch am Körper 164 Gmm. Fleisch. Neben dem stabileren Organeiweiss befindet sich in dem Körper eine sehr wechselnde Menge des circulirenden Eiweisses; das in der Nahrung zugeführte Eiweiss gesellt sich nämlich grösstentheils zu dem circulirenden und geräth somit unter die Bedingungen der Zersetzung, daher jegliche Eiweisszufuhr so sehr den Umsatz verstärkt. Beim Hunger ist daher der Vorrath des Circulationseiweisses äusserst gering, nicht 1% des Organeiweisses, er wächst aber durch die Nahrung sehr an und kann dann im Stickstoffgleichgewicht bis zu 5% des Organeiweisses ausmachen. Alles was wie das Eiweiss der Nahrung die Menge des circulirenden Eiweisses vermehrt, vermehrt auch den Eiweissumsatz; unter dem Einflusse gewisser Agentien wird mehr Organeiweiss in Circulation gezogen, so z. B. bei Darreichung von Kochsalz, bei Einfuhr grösserer Wassermengen, bei der Zuckerharnruhr und wahrscheinlich auch beim Fieber; alle diese Einflüsse vergrössern daher den Eiweissverbrauch, während körperliche Anstrengung oder Genuss von Kaffee keine wesentliche Einwirkung auf denselben ausüben.

Es ist die Aufgabe dieser Abhandlung, zu untersuchen, welche Aenderungen in dem Umsatze des Eiweisses sich einstellen bei Zufügung

---

1) Graham, Annalen d. Chem. u. Pharm. 1850 Bd. 77. S. 56 u. 129 und 1862 Bd. 121.

2) Ich nannte dies früher Vorrathseiweiss; es scheint mir aber der Name circulirendes Eiweiss das, was ich ausdrücken will, besser zu bezeichnen und weniger Missverständnissen ausgesetzt zu sein.

von reinem Fett (durch Schmelzen gereinigtes Butterfett, Schmalz) zum Fleisch. Ich habe hierüber viele neue Versuche ausgeführt, welche die früher mit Bischoff gefundenen Thatsachen theils sicher stellen, theils erweitern. Ausserdem soll eine Erklärung der Wirkungen des Fettes auf den Eiweisszerfall an der Hand der neuén Erkenntnisse über das Organ- und Circulationseiweiss versucht werden, damit dann später die von Pettenkofer und mir mit Hülfe des Respirationsapparates über den Fettumsatz gemachten Erfahrungen daran angereiht werden können.

Auch durch die grössten Gaben von Fett allein wird die Abgabe von Eiweiss vom Körper nicht aufgehoben oder durch Zusatz von Fett zum Fleisch der Umsatz des letzteren nicht gehindert.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Fett	
25. März — 4. April 1862	0	100	185
1. — 4. Februar 1865	0	200	155
21. — 23. April 1864	0	300	187
12. Januar 1865	0	300	165
15. — 17. März 1858	0	340	205
18. — 20. April 1861	0	350	291
22. November — 2. Dezember 1857	150	250	233
14. März 1858	150	300	350
8. — 15. November 1857	176	50—250	237
12. Juni 1859	176	300	259
2. Dezember 1857	250	250	270
4. — 6. Dezember 1860	400	200	404
13. März 1858	400	250	506
4. Dezember 1857	450	250	344
3. Juni — 31. Juli 1862	500	200	502
5. Dezember — 6. Januar 1858 . .	500	250	444

Trotz der reichlichsten Fettzufuhr wird immer noch Fleisch zersetzt, während durch ausschliessliche Fleischzufuhr die Zersetzung von Fett vom Körper oder von der Nahrung verhindert werden kann. Darum erhält sich auch ein Thier mit Fett allein nicht, wenn dabei auch kein Verlust von Fett in seinem Leibe stattfindet, ja sogar Fett angesetzt wird. Die Bedingungen des Zerfalles des Ei-

weisses bestehen also bei der Gegenwart von Fett noch fort; sie finden sich bei der Circulation des Eiweisses, welche durch das Fett nicht zum Verschwinden gebracht wird.

Bei Darreichung von reinem Fleisch steigert sich mit der Vermehrung der Zufuhr die Umsetzung und zwar nahezu proportional. Dies ändert sich nicht wesentlich bei Zugabe von Fett zum Fleisch.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Fett	
22. November — 2. Dezember 1857	150	250	233
8. — 15. November 1857	176	50—250	237
2. Dezember 1857	250	250	270
4. — 6. Dezember 1860	400	200	404
3. Juni — 31. Juli 1862	500	200	502
6. — 9. Januar 1858	750	250	660
22. — 25. Februar 1865	800	200	778
9. — 12. Januar 1858	1000	250	875
12. — 15. Januar 1858	1250	250	1152
15. — 19. Januar 1858	1500	250	1381
1. — 5. April 1859	1800	250	1634
12. — 15. Januar 1859	2000	250	1883

Auch bei Gegenwart von Fett bringt demnach die kleinste Steigerung der Fleischmenge der Nahrung eine Steigerung der Zersetzung hervor. Dies wird namentlich deutlich, wenn nach Fütterung mit einer geringen Quantität Fleisch ein Hungertag folgt, wobei man zugleich ersieht, dass der Körper bei einer Fettmenge der Nahrung, bei welcher Fett angesetzt wird, nicht mit der Fleischmenge ausreicht, welche er beim Hunger verliert. Ich führe zwei Beispiele der Art an.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Fett	
1) 8. — 15. November 1857 . . .	176	50—250	237
15. „ „ . . .	0	0	136
2) 14. März 1858	150	300	350
15. „ „	0	330	205
16. „ „	0	350	205

Es ergiebt sich abermals, dass die Zerstörung des Eiweisses grösstentheils unabhängig ist von dem Fett, die erstere geht weiter wie ohne Darreichung von Fett, da die Bedingungen für dieselbe fortbestehen. Das von dem Darm aus aufgenommene Eiweiss reiht sich auch bei Gegenwart von viel Fett zum grössten Theile dem circulirenden Eiweiss an und zerfällt.

Einen gewissen Einfluss auf den Eiweissumsatz übt aber das Fett doch aus, derselbe ist jedoch gegenüber dem der Eiweisszufuhr sehr zurücktretend; das Fett macht unter sonst gleichen Umständen den Eiweissverbrauch geringer. Nichtsdestoweniger bringt, wie wir noch sehen werden, dieser geringfügige Einfluss grosse Effekte hervor.

Nach Frerichs[1]) soll bei Fütterung mit Oel die Harnstoffmenge ebenso gross sein, wie beim Hunger. Die Beobachtungen von Bischoff[2]) dagegen schienen anzudeuten, dass unter dem Einflusse des Fettes der Nahrung weniger Eiweiss zerstört und der Ansatz desselben befördert wird. Ganz sicher stellte sich diese Einwirkung bei unseren gemeinschaftlichen Versuchen heraus.

Es lässt sich leicht nachweisen, dass, wenn dem Thier vorher reines Fleisch dargereicht worden ist, bei Zufügung von Fett eine geringere Menge von Eiweiss zersetzt wird, selbst dann, wenn das Eiweiss der Nahrung nicht hinreicht und noch welches vom Körper zugesetzt wird.

Es ist, um hiefür den Beweis zu führen, nicht zulässig, den Eiweissumsatz des Thieres zu verschiedenen Zeiträumen bei der gleichen Fleischzufuhr ohne und mit Zusatz von Fett zu vergleichen, da das Objekt nicht immer die gleiche Zusammensetzung hat und der Erfolg also ein sehr wechselnder ist. Man muss vielmehr den Körper mit einer gewissen Fleischmenge im Gleichgewichte oder wenigstens in einem solchen Zustande haben, bei welchem das circulirende Eiweiss nur in geringer Menge vorhanden ist, also auch eine kleine Aenderung der Quantität des Organeiweisses nur eine verschwindend kleine Aenderung im Eiweissverbrauch bedingt. In

---

1) Frerichs, Müll. Arch. 1848. S. 478.

2) Bischoff, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. 1853. S. 37.

einem solchen Momente muss man das Fett darreichen und es wird sich dann jede Aenderung scharf ausdrücken; darauf kann man wieder das Fett weglassen, um abermals den ersten Zustand hervorzurufen.

Datum	Nahrung		Harnstoff	Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Fett		
1) 12. Januar 1859	2000	250	131.4	1634
13. " "	2000	250	140.3	
14. " "	2000	250	136.0	
15. " "	2000	0	149.3	1883
2) 28. März 1859	1800	0	126.4	1774
29. " "	1800	0	126.3	
30. " "	1800	0	127.9	
31. " "	1800	0	127.6	
1. April "	1800	250	117.9	1634
2. " "	1800	250	113.5	
3. " "	1800	250	120.8	
4. " "	1800	250	115.7	
5. " "	1800	250	119.7	
3) 2.— 9. März 1868	1500	0	107.7	1500
9.—17. " "	1500	30	106.7	1482
17.—20. " "	1500	60	107.2	1489
20.—27. " "	1500	100	103.8	1442
27. März—1. April "	1500	150	102.3	1422
1.—10. April "	1500	0	106.9	1484
4) 19. Januar 1862	1500	0	109.9	1512
20. " "	1500	0	110.7	
21. " "	1500	0	109.2	
22. " "	1500	150	102.0	1474
23. " "	1500	150	103.6	
24. " "	1500	150	107.3	
25. " "	1500	150	106.1	
26. " "	1500	150	104.1	
27. " "	1500	150	102.6	
5) 31. Juli 1864	1000	0	81.7	1140
1. August "	1000	100	74.5	1042
2. " "	1000	300	69.3	970
3. " "	1000	0	81.2	1134
6) 23. April 1863	500	0	40.2	556
24. " "	500	100	37.2	520
25. " "	500	0	40.3	557
7) 11. Mai 1863	500	0	40.3	557
12. " "	500	100	35.1	491
13. " "	500	0	38.8	542
8) 24.—25. April 1859	500	300	32.1	456
25.—29. " "	500	0	36.2	522

In allen Fällen wird durch Zufügung von Fett zum Fleisch die Harnstoffmenge etwas geringer und sie steigt nach Weglassung desselben wieder zur vorigen Höhe an. Die Verminderung der Harnstoffmenge zeigt aber an, dass unter der Einwirkung des Fettes weniger Eiweiss umgesetzt und also da, wo vorher Stickstoffgleichgewicht bestand, Eiweiss als Organ- oder Vorrathseiweiss angesetzt wird. Nach den Vorstellungen, welche wir von den Ursachen der Eiweissumsetzung gewonnen haben, wird bei ausschliesslicher Fleischfütterung desshalb zuletzt so viel, als zugeführt worden ist, zersetzt, weil alles Nahrungseiweiss den Vorrath des circulirenden Eiweisses, von dem der grösste Theil zerfällt, vermehrt. Wenn daher bei Fettzusatz dauernd weniger zerstört wird, so müssen wir schliessen, dass dabei weniger Eiweiss in Circulation geräth und das Uebrige als Organeiweiss sich ablagert, von welchem nur wenig zur Circulation weggenommen und verbraucht wird. Das Fett hemmt also in diesem Falle die Zersetzung von Eiweiss, weil bei seiner Gegenwart ein gewisser Antheil von Eiweiss, welcher ohne das Fett circulirt wäre, fester mit den Organen sich verbindet.

Es frägt sich nun weiter, warum das Fett diese Wirkung hat. Die geringste Vermehrung des Eiweisses der Nahrung macht einen verstärkten Umsatz, weil in Folge davon mehr circulirt und nach den Beobachtungen von Pettenkofer und mir mehr Sauerstoff aufgenommen wird; das mögliche Maximum der Sauerstoffeinnahme richtet sich nach der Quantität des wandernden Eiweisses. Es könnte nun das Fett den Absatz von Organeiweiss und zum Theil von Circulationseiweiss befördern, weil es einen Theil des Sauerstoffs, welcher sonst das Eiweiss angegriffen hätte, für sich in Beschlag nimmt, oder weil dabei weniger Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft im Blute gebunden wird; das Nähere hierüber sollen unsere Respirationsversuche darthun. Es hat von vornherein die letztere Ansicht mehr Wahrscheinlichkeit für sich, da die Menge des Blutes oder der Blutkörperchen, wie mich einige Versuche lehren, zu der Menge des Circulationseiweisses in Beziehung zu stehen scheint und in einem fetten Körper sich verhältnissmässig weniger Blut befindet, als in einem fettarmen.

Das Fett hat demnach die entgegengesetzte Wirkung wie reich-

liches Wassertrinken, Kochsalz oder Fieber, welche Momente den Uebergang von Organeiweiss in Circulationseiweiss befördern.

Die Menge des unter dem Einflusse des Fettes der Umsetzung entzogenen Eiweisses ist nicht beträchtlich. Absolut beträgt dieselbe bei der gleichen Fleischration im Tag höchstens 186 Gmm. frisches oder 45 Gmm. trocknes Fleisch und im Mittel 7 % des vorher umgesetzten Fleisches. In obigen 8 Beispielen findet sich folgende absolute und prozentige Ersparung:

	Nahrung		Tägliche Ersparung an Fleisch	% Ersparung
	Fleisch	Fett		
1)	2000	250	186	9
2)	1800	250	140	8
3)	1500	30	10	1
	1500	60	3	1
	1500	100	50	3
	1500	150	70	5
4)	1500	150	38	3
5)	1000	100	95	8
	1000	300	167	15
6)	500	100	36	6
7)	500	100	58	10
8)	500	300	66	13

Die die Eiweissumsetzung hemmende Wirkung des Fettes tritt also sehr zurück gegen die befördernde der Eiweisszufuhr.

Dass das Fett nur eine kleine Menge von Eiweiss vor der Zersetzung bewahren kann, zeigt sich auch, wenn, nach Herstellung eines reichlichen Vorrathes von Circulationseiweiss durch viel reines Fleisch, Fett mit weniger Fleisch in einer Menge, wie sie sonst für den Bedarf zureicht, gegeben wird; es verliert dabei anfangs wie ohne das Fett der Körper von sich Fleisch, bis mit der kleineren Fleischmenge der Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Als Beleg dafür diene folgendes Beispiel:

Datum	Nahrung		Fleisch-umsatz	Fleisch-abgabe
	Fleisch	Fett		
18.—20. Februar 1861	1800	0	1809	9
20. " "	400	200	634	234
21. " "	400	200	564	164
22. " "	400	200	498	98
23. " "	400	200	469	69
24. " "	400	200	450	50

Die prozentige Ersparung schwankt zwischen 1 — 15 hin und her; ihre Grösse ist nicht abhängig von der Grösse der Fleischzufuhr, ja selbst die absolute Ersparung ist bei reichlicheren Fleischmengen nicht durchgehends beträchtlicher. Das Verhalten bei verschiedenen Fleischquantitäten würde sich erst dann klar herausstellen, wenn der Körper in allen Fällen der nämliche wäre, d. h. die Menge seines Organ- und Circulationseiweisses und seines Fettes bei Beginn jeder Versuchsreihe dieselbe wäre. Ein solcher Zustand ist aber nicht herbeizuführen, da auch bei völligem Gleichgewichte mit derselben Nahrung der Körper durchaus nicht immer gleich zusammengesetzt ist. Die Verschiedenheiten in der Ersparung zu verschiedenen Zeiten rühren demnach ausser von dem Gehalt der Nahrung an Eiweiss und Fett auch von der Beschaffenheit des Körpers her. Je beträchtlicher nämlich der Vorrath des im Körper schon circulirenden Eiweisses ist und je weniger Fett im Organismus sich abgelagert findet, desto mehr geräth vom Eiweiss der Nahrung in Circulation und in Zersetzung; umgekehrt wird mehr Organeiweiss erzeugt und mehr Eiweiss durch das Fett erspart, wenn in einem fettreichen Leibe wenig Circulationseiweiss sich befindet und wenig Sauerstoff zugeführt wird.

Da bei geringer Fleischzufuhr die Menge des circulirenden Eiweisses entsprechend abnimmt, so sollte man denken, dass dabei unter sonst gleichen Körperzuständen das Fett etwas weniger Eiweiss ersparen könnte, als bei reichlicher. Dies ist aber nicht immer der Fall, denn wenn auch in der gleichen Reihe bei dem nämlichen Fettzusatz das Fleisch in allmählich zunehmender oder abnehmender Quantität verzehrt wurde, so fiel die Ersparniss bei grossen Fleisch-

gaben doch nicht beträchtlicher aus als bei mittleren, weil bei ihnen, wie der folgende Abschnitt zeigen wird, der Ansatz zum Theil nicht als Organeiweiss, sondern als Circulationseiweiss geschieht.

Dazu kommt noch, dass das Fett, da es bei den kleineren Fleischrationen in relativ grösserer Menge vorhanden ist, nicht mehr wie bei den grösseren Fleischrationen mit reichlicher Sauerstoffzufuhr verbrannt, sondern angesetzt wird, was abermals den Eiweissumsatz herabdrückt.

Das Gesagte erhellt sehr deutlich aus der langen Versuchsreihe vom 4. Dez. 1857 bis 19. Jan. 1858, bei welcher die Fettmenge der Nahrung stets die gleiche blieb, die Fleischmenge aber von 450 Gmm. bis auf 1500 Gmm. ohne erhebliche Aenderung des täglichen Eiweissansatzes stieg.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag	Fleischansatz im Tag
	Fleisch	Fett		
4. Dezember 1857	450	250	344	106
5. Dez. — 6. Jan. 1858	500	250	444	56
6.— 9. Januar 1858	750	250	660	90
9.—12. " "	1000	250	875	125
12.—15. " "	1250	250	1152	98
15.—19. " "	1500	250	1381	119
19.—22. " "	1500	350	1447	53

Ganz ähnlich ist es bei allmählich abnehmenden Mengen von Fleisch unter Zusatz von Fett, wo zwar der Fleischumsatz sehr abnimmt, jedoch das Körperfleisch aus den eben genannten Ursachen keine wesentliche Aenderung erfährt. Die Reihe vom 1. bis 24. Februar 1858 ist dafür ein trefflicher Beleg; in 23 Tagen büsst dabei der Körper trotz eines Abfalles von 1500 auf 400 Gmm. Fleisch in der Nahrung nur 117 Gmm. Fleisch ein.

Datum	Nahrung		Fleisch-umsatz im Tag	Aenderung im Körperfleisch
	Fleisch	Fett		
1.—3. Februar 1858	1500	150	1508	— 8
3.—6. „ „	1400	150	1394	+ 6
6.—8. „ „	1250	150	1210	+ 40
8. „ „	1150	150	1124	+ 26
9.—12. „ „	1000	150	1023	— 23
12.—14. „ „	950	150	934	+ 16
14. „ „	850	150	832	+ 18
15.—17. „ „	800	150	784	+ 16
17. „ „	700	150	747	— 47
18. „ „	650	150	536	+114
19. „ „	550	150	559	— 9
20.—22. „ „	450	150	553	—103
22.—24. „ „	400	150	481	— 81

Erst wenn das Fleisch der Nahrung zur Erhaltung des Körperfleisches nicht mehr zureicht, nimmt ziemlich gleichmässig mit der Zufuhr auch das Fleisch vom Körper ab. So z. B.

Datum	Nahrung		Fleisch-abgabe im Tag
	Fleisch	Fett	
3.—8. März 1858	700	150	78
8.—13. „ „	500	200—250	58
13. „ „	400	250	106
14. „ „	150	300	200

Ganz anders wie bei Zusatz von Fett verhält sich die Sache bei reinem Fleisch; hier nimmt mit Abnahme der Fleischmenge der Nahrung gleichmässig die Abgabe von Fleisch vom Körper zu, wie folgende Beispiele darthun werden.

Datum	Fleisch als Nahrung	Fleisch-umsatz im Tag	Aenderung im Körper-fleisch
1) 1.—14. April 1863	1500	1516	— 16
14.—20. „ „	1000	1081	— 81
20. Apr. — 1. Juni „	500	560	—148
2) 11.—16. Nov. 1858	1800	1764	+ 36
16.—18. „ „	1500	1510	— 10
18.—20. „ „	1200	1234	— 34
20.—22. „ „	900	945	— 45
22.—24. „ „	600	682	— 82
24.—26. „ „	300	453	—153
26.—28. „ „	176	368	—192
28. Nov.—1. Dez. „	0	226	—226

Das unter dem Einflusse des Fettes ersparte Eiweiss kömmt in den meisten Fällen zum Organeiweiss hinzu, es kann sich jedoch auch theilweise zum Circulationseiweiss gesellen; der Erfolg wird in dem letzteren Falle ein ganz anderer sein, als in dem ersteren.

Es lässt sich zeigen, dass, wenn im Verhältniss zum Fett der Nahrung oder des Körpers wenig circulirendes Eiweiss vorhanden ist, also namentlich bei mittleren Fleischmengen oder etwas grösseren Fleischmengen mit sehr reichlichem Fettzusatz, das durch das Fett vor der Zersetzung bewahrte Eiweiss als Organeiweiss zurückgehalten wird. Sind einmal diese Bedingungen für den Absatz von Eiweiss an den Organen gegeben, so dauert derselbe lange Zeit fort, denn auch eine ansehnliche Vermehrung des Organeiweisses bringt nur eine geringfügige Erhöhung des Eiweissumsatzes hervor, weil von ihm nur etwa 1% in Circulation und in Zersetzung übergeht; ein hungernder Hund mit 4820 Gmm. trockenem Organeiweiss zersetzt davon im Tag etwa 40 Gmm. Es dauert daher in den genannten Fällen sehr lange, bis einmal kein Eiweissansatz mehr stattfindet, d. h. Stickstoffgleichgewicht eintritt, namentlich dann, wenn so viel Fett gereicht wird, dass nicht einseitig Fleisch, sondern auch Fett angesetzt wird, also das Verhältniss von Fleisch und Fett am Körper nicht zu Gunsten des Fleisches geändert wird. Vom 5. Dez. 1857 bis 6. Jan. 1858 setzte der Hund bei Fütterung mit 500 Fleisch und 250 Fett, nachdem er vorher durch reichliches Fressen von Fett oder Kohlehydraten, aber geringe Fleischzufuhr arm an circulirendem Eiweiss geworden war, noch den letzten Tag so viel Fleisch an, wie am ersten; theilt man die 32tägige Reihe in 3 Abschnitte, so trifft auf die ersten 12 Tage im Mittel ein Umsatz von 429 Fleisch, auf die folgenden 10 Tage von 458 Gmm. und auf die letzten 10 Tage von 448 Gmm. Umgekehrt giebt der Körper lange Zeit Fleisch von sich her, ohne in das Gleichgewicht zu kommen, wenn er neben Fleisch auch Fett verliert und dadurch verhältnissmässig fleischreicher wird, wie z. B. bei Brodnahrung, während er ohne den Verlust von Fett mit der nämlichen Eiweissmenge rasch sich ausgleicht.

Ganz anders ist es dagegen bei der Ablagerung von circulirendem Eiweiss, also namentlich nach Darreichung grösserer Fleisch-

und verhältnissmässig kleinerer Fettmengen. Hier wird das meiste Eiweiss, wie bei ausschliesslicher Fleischkost, zu Circulationseiweiss, und es fällt alsbald der grösste Theil der Zerstörung anheim, der kleinere vermehrt den Vorrath des schon vorhandenen Circulationseiweisses, so dass successive eine Vermehrung des Umsatzes erfolgt und in einigen Tagen das Stickstoffgleichgewicht vorhanden ist, welches bei wenig Fleisch, wo der Einfluss des Fettes die Ablagerung von Organeiweiss herbeiführt, auch nach langer Zeit nicht erreicht wird. Bei Gegenwart von Fett werden vom Circulationseiweiss nicht 80%, sondern etwas weniger zersetzt, daher bei gleicher Fleischmenge, aber Zusatz von Fett der Vorrath des circulirenden Eiweisses sich vergrössern kann und der Ansatz davon erst später beendigt ist, als bei Ernährung mit reinem Fleisch.

Sehr schön zeigt sich das Letztere in der Reihe vom 1. bis 8. April 1859 und in der vom 15. bis 22. Jan. 1862.

Im ersten Falle trat, nachdem vorher mit 1800 Fleisch Stickstoffgleichgewicht bestand, bei Zufügung von Fett erst am 6ten Tage nach einem Ansatz von 846 Fleisch abermals Stickstoffgleichgewicht ein.

Datum	Nahrung		Harnstoff	Fleischansatz
	Fleisch	Fett		
30. März 1859	1800	0	127.9	26
31. „ „	1800	0	127.6	26
1. April „	1800	250	117.9	162
2. „ „	1800	250	113.5	171
3. „ „	1800	250	120.7	171
4. „ „	1800	250	115.7	164
5. „ „	1800	250	119.7	164
6. „ „	1800	250	127.5	11
7. „ „	1800	250	130.0	11

Im zweiten Falle deckte das Thier mit 1500 Fleisch eben seinen Bedarf, worauf es nach Zusatz von 150 Fett zuerst Fleisch (im Ganzen 182 Gmm.) ansetzte und erst am 7ten Tage wieder in das Gleichgewicht eintrat.

Datum	Nahrung		Harnstoff	Mittlerer Fleischumsatz
	Fleisch	Fett		
19. Januar 1862	1500	0	109.9	
20. „ „	1500	0	110.7	1539
21. „ „	1500	0	109.1	
22. „ „	1500	150	102.0	
23. „ „	1500	150	103.6	
24. „ „	1500	150	107.3	
25. „ „	1500	150	106.1	1473
26. „ „	1500	150	104.1	
27. „ „	1500	150	102.6	
28. „ „	1500	150	109.9	
29. „ „	1500	150	107.6	
30. „ „	1500	150	108.1	1525
31. „ „	1500	150	111.0	

Das Stickstoffgleichgewicht wird darum bei Zugabe von Fett meistentheils später erreicht, als bei ausschliesslicher Fleischfütterung, am spätesten bei mittleren Fleischmengen, da dabei, wie gesagt, ein grösserer Bruchtheil zu dem stabileren Organeiweiss wird, z. B.:

1) Vom 7.—15. Januar 1859 bekam der Hund 2000 Fleisch mit einem Zusatz von 200—300 Stärke oder Fett; dabei setzte er am 8ten Tage noch Eiweiss an, denn er schied in den 3 letzten Tagen im Mittel 136 Harnstoff aus, während er im Gleichgewichte 146 Harnstoff geben sollte. Als er nun am 15. Jan. 2000 reines Fleisch erhielt, stieg die Harnstoffmenge gleich auf 149 Gmm.

2) Der Hund hatte vom 22. März — 1. April 1859 täglich 1800 Fleisch zu sich genommen und zersetzte am 5ten Tage so viel als die Zufuhr betrug; vom 1. bis 8. April wurden nun zum Fleisch 250 Fett zugefügt, was bedingte, dass ein erst am 7ten Tage endigender Ansatz erfolgte; der Umsatz betrug nämlich:

1. April	1639	Fleischumsatz
2. „	1578	„
3. „	1678	„
4. „	1608	„
5. „	1664	„
6. „	1771	„
7. „	1805	„

3) Mit 1500 oder 1000 Fleisch befindet sich der Körper des Hundes allemal in wenigen Tagen im Gleichgewichte; anders aber ist es bei Zufügung von Fett.

Bei Fütterung mit 1500 Fleisch und 250 Fett (15.—19. Jan. 1858) schied er statt 109 Harnstoff folgende Mengen aus:

15. Jan. 98.9 Harnstoff
16. „ 94.6 „
17. „ 99.9 „
18. „ 100.0 „

Vom 12.—15. Jan. 1858 erschienen nach Aufnahme von 1250 Fleisch und 250 Fett nicht 91 Harnstoff, sondern am

12. Jan. 80.6 Harnstoff
13. „ 78.9 „
14. „ 82.6 „

Bei 1000 Fleisch und 250 Fett (9.—12. Jan. 1858) kamen statt 73 Harnstoff am

9. Jan. 62.1 Harnstoff
10. „ 58.3 „
11. „ 61.6 „

4) Am 21. November 1860 wurde nach 4-tägigem Hunger am ersten Tage so viel Stickstoff ausgeschieden, als in 1000 Fleisch aufgenommen worden war (76 Harnstoff). Darauf folgten vom 22.—26. Nov. als Nahrung 800 Fleisch und 200 Fett und hier wurde noch den 4ten Tag reichlich Fleisch am Körper angesetzt. Statt 58 Harnstoff wurden entfernt:

22. Nov. 53.1 Harnstoff
23. „ 50.1 „
24. „ 49.6 „
25. „ 51.8 „

5) Bei Fütterung mit 500 Fleisch und 250 Fett (5. Dez. — 6. Jan. 1858) war in 32 Tagen das Gleichgewicht noch nicht erreicht.

Wie das Fett der Nahrung wirkt auch das am Körper abgelagerte Fett. In einem fetten Leibe bildet darum eine gewisse Gabe von Eiweiss fast nur Organeiweiss, während in einem fettarmen vor Allem der Vorrath von Circulationseiweiss vermehrt wird und zuletzt auch die grösste Menge Eiweiss nicht mehr zur Deckung des Verlustes hinreicht; in ersterem erfolgt daher später der Ausgleich zwischen Stickstoffeinnahme und Ausgabe und es wird mehr angesetzt.[1])

Nach mehrtägigem Hunger, d. i. bei fettarmem Körper, ist stets sehr bald das Stickstoffgleichgewicht hergestellt. Nach 3-tägigem Hunger war dasselbe bei Fütterung mit 1800 Fleisch (1.—4. Dez. 1858) schon am 2. Tage erreicht; nach 4-tägigem Hunger bei Fütterung mit 1000 Fleisch (21. Nov. 1860) gleich am 1ten Tage. — Nachdem das Thier vom 8.—15. Nov. 1857 täglich 176 Fleisch und dazu 50—250 Fett erhalten, und dadurch arm an Fleisch, aber reich an

---

1) Siehe diese Zeitschrift 1867. Bd. 3. S. 52.

Fett geworden war, setzte es den 15. Nov. beim Hunger nur 136 Fleisch um. — Vom 17. Februar bis 5. März 1862 verzehrte der Hund im Tag 1500 Fleisch und befand sich damit schliesslich im Stickstoffgleichgewicht; darauf hungerte er vom 5.—15. März und verlor dabei 2079 Fleisch von seinem Körper. Als er nun nach dem Hunger wieder 1500 Fleisch bekam, setzte er in dem fettarmen Zustande nichts an, sondern war sofort damit im Gleichgewicht. Darauf erhielt er vom 25. März bis 4. April kein Fleisch, aber zur Vermeidung der Fettabgabe vom Körper täglich 100 Fett, wobei er nur 1846 Fleisch von sich hergab; als er darnach abermals 1500 Fleisch täglich (4.—17. April) frass, setzte er bis zum Gleichgewicht 542 Fleisch an.

Das eigenthümliche Verhalten bei Einführung kleiner und grosser Fleischmengen unter Zusatz von Fett ist für den Ansatz von Fleisch am Körper von der grössten Wichtigkeit. Da wegen Vermehrung des Circulationseiweisses bei einer im Verhältniss zum Fettzusatz reichlichen Fleischfütterung viel rascher das Stickstoffgleichgewicht sich herstellt, so fällt dabei der Gesammtansatz von Fleisch bis zu dem Punkt, wo das Stickstoffgleichgewicht erreicht ist, im Allgemeinen nicht höher, in vielen Fällen sogar niedriger aus, als bei geringeren Gaben von Fleisch. Ich sage im Allgemeinen, da auch hier neben der Fleisch- und Fettmenge der Nahrung die am Körper schon befindliche für das Resultat bestimmend ist, und zwar wieder der Art, dass ein reichlicher Vorrath von circulirendem Eiweiss einen geringern Ansatz, eine bedeutendere Fettablagerung einen grösseren nach sich zieht. Es betrug z. B. der Gesammtansatz von Fleisch:

	Zahl der Tage	Datum	Nahrung		Gesammt-Ansatz	ob Gleichgewicht im Stickstoff
			Fleisch	Fett		
1.	32	5. Dez. — 6. Jan. 1858	500	250	1794	noch nicht
2.	3	6.—9. Jan. 1858	750	250	271	nahezu
3.	5	30. Dez.—4. Jan. 1861	800	200	152	Gleichgewicht
4.	4	22.—26. Nov. 1860	800	200	320	noch nicht
5.	3	27.—30. Nov. 1860	800	200	379	noch nicht
6.	3	9.—12. Jan. 1858	1000	250	375	nahezu
7.	3	12.—15. Jan. 1858	1250	250	294	nahezu
8.	4	15.—19. Jan. 1858	1500	250	476	nahezu
9.	3	19.—22. Jan. 1858	1500	350	159	nahezu
10.	10	22.—31. Jan. 1862	1500	150	104	Gleichgewicht
11.	23	9. März — 1. April 1863	1500	30—150	889	nahezu
12.	7	1.—8. April 1859	1800	250	854	Gleichgewicht
13.	3	12.—15. Jan. 1859	2000	250	352	nahezu

Um die grösste Ablagerung von Fleisch am Körper zu erreichen, darf man also nicht grosse Mengen von Fleisch mit Fett geben; die absolute Menge des Eiweisses der Nahrung ist nicht bestimmend für die Grösse des Ansatzes. Auch die absolute Menge von Fett bedingt nicht die Aufspeicherung von Eiweiss im Körper, sondern die Relation desselben zum Eiweiss; auch bei der grössten gleichzeitigen Fettzufuhr kann das Eiweiss zum Vorrath des Circulationseiweisses sich mengen, sobald es in verhältnissmässig bedeutender Quantität gereicht wird. (Beispiel Nr. 9.)

Der Ansatz von Fleisch beträgt zwar in den ersten Tagen bei grösseren Fleischportionen meistentheils etwas mehr, aber er währt nur kurze Zeit, während bei einem durch viele Tage sich hinziehenden Fleisch- und Fettansatz bei mittleren Fleischmengen der Nahrung mit relativ viel Fett schliesslich eine höhere Gesammtsumme erreicht wird, höher als je durch die grösste Menge von Fleisch allein, oder durch viel Fleisch mit Fett.

Das, was man gewöhnlich z. B. von Seite der Thierzüchter Fleisch nennt, ist unser Organeiweiss, denn das circulirende, den Bedingungen der Zerstörung unterliegende Eiweiss ist stets nur in relativ geringer Menge vorhanden, höchstens zu $5^0/_0$ des ersteren. Grössere Quantitäten von Fleisch können daher nur als Organeiweiss angesetzt werden und dazu gehört stets ein ansehnlicher Zusatz von Fett (oder Kohlehydraten), wesshalb neben der Fleischmast immer auch eine Fettmast stattfindet; ohne den Fettansatz wird dem Fleischansatz durch den Uebergang in circulirendes Eiweiss bald eine Grenze gesetzt. Wünschen wir daher aus irgend einem Grunde einen Vorrath von sich zersetzendem Eiweiss, so müssen wir viel reines Fleisch geben.

Bei Ernährung mit reinem Fleisch zeigte sich die Grösse der Zersetzung nicht ausschliesslich von der Zufuhr abhängig, denn die nämliche Menge im Darm resorbirten Fleisches zog weder zu verschiedenen Zeiten, noch in der nämlichen Reihe den gleichen Erfolg nach sich. Auch bei Zufügung von Fett zum Fleisch gilt das Gleiche.

Zunächst sieht man auch hier trotz gleicher Fleischnahrung zu verschiedenen Zeiten einen wechselnden Umsatz und Ansatz an den

ersten Tagen; der Körper reicht ein Mal mit einer gewissen Fleischmenge nicht aus, das andere Mal behält er noch so viel Ueberschuss, dass er anzusetzen im Stande ist. Es kommt aber, wie ich schon öfter angedeutet habe, auch auf die Beschaffenheit des Organismus an, zu dem die Nahrung hinzutritt, ob er reich an Organeiweiss und Fett, oder reich an circulirendem Eiweiss und arm an Fett ist. Vor Allem ist der Vorrath der im Körper befindlichen, der Zerstörung unterliegenden Eiweissquantität wechselnd, denn wenn man das Thier einen Tag hungern liesse, würden sehr ungleiche Mengen von Eiweiss verbraucht werden. Da also dieser eine Summand verschiedene Werthe hat, so wird, auch wenn der andere Summand, d. i. die Eiweisszufuhr, immer der nämliche bleibt, die Summe des sich Zersetzenden nicht in allen Fällen dieselbe sein. Da der Eiweissreichthum der früheren Nahrung die Menge des circulirenden Eiweisses bestimmt, so füge ich zur bessern Orientirung den Beispielen mit gleicher Eiweisszufuhr und ungleichem Eiweissverbrauch auch die vorausgehende Ernährungsweise bei.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag	Nahrung vorher
	Fleisch	Fett		
22. Nov. — 2. Dez. 1857	150	250	233	34 Tage im Max. 176 Fleisch.
14. März 1858	150	300	350	von 1600 Fleisch an abnehmende Mengen Fleisch mit Fett.
8.—15. Nov. 1857	176	50—250	237	20 Tage im Max 176 Fleisch.
4.—15. Juni 1859	176	50—300	258	gemischtes Fressen.
4.—6. Dezember 1860	400	200	404	4-tägiger Hunger.
22.—24. Februar 1858	400	150	481	von 1500 Fleisch an abnehmende Mengen Fleisch mit Fett.
13. März 1858	400	250	506	von 1600 Fleisch an abnehmende Mengen Fleisch mit Fett.
20. Februar 1861	400	200	635	1800 Fleisch.
4. Dezember 1857	450	250	344	44 Tage im Max. 176 Fleisch, dann je 1 Tag 250 und 350 Fleisch.
20.—22. Februar 1858	450	150	553	von 1500 Fleisch an abnehmende Mengen Fleisch mit Fett.
5.—7. Dezember 1857	500	250	395	lange 150 Fleisch mit Fett, dann je 1 Tag 250, 350 und 450 Fleisch mit Fett, sehr reich an Fett.
15.—19. April 1859	500	100	447	7-tägiger Hunger.
20.—24. Nov. 1864	500	100	488	500 Fleisch mit 100 Fett.
12. Mai 1863	500	100	491	500 Fleisch.
6.—11. November 1864	500	100	491	gemischtes Fressen.

Datum	Nahrung		Fleisch-umsatz im Tag	Nahrung vorher
	Fleisch	Fett		
3. Juni — 31. Juli 1862	500	200	502	500 Fleisch mit Kohlehydraten.
24. April 1863	500	100	520	500 Fleisch.
10.—13. März 1858	500	250	527	5 Tage 700 Fleisch mit Fett, dann 2 Tage 500 Fleisch mit Fett.
8.—10. März 1858	500	200	606	1600 Fleisch, dann 5 Tage 700 Fleisch mit Fett.
18. Juni 1859	500	250	759	2000 Fleisch mit Stärke.
17. Februar 1858	700	150	747	von 1500 Fleisch mit Fett abnehmend.
3. März 1858	700	150	860	1600 Fleisch.
6.—8. Dezember 1860	800	200	554	4 Tage Hunger, dann 2 Tage 400 Fleisch mit Fett.
27.—30. Nov. 1860	800	200	674	4 Tage Hunger, dann 1 Tag 1000 Fleisch, dann 4 Tage 800 Fleisch mit Fett, dann 1 Tag Hunger.
22.—26. Nov. 1860	800	200	720	4 Tage Hunger, dann 1 Tag 1000 Fleisch.
22.—25. Februar 1865	800	200	778	800 Fleisch mit Stärke.
15.—17. Februar 1858	800	150	784	von 1500 Fleisch mit Fett abnehmend.
30. Dez. — 4. Jan. 1861	800	200	784	gemischtes Fressen.
9.—12. Januar 1858	1000	250	875	750 Fleisch mit Fett.
1.—3. August 1864	1000	100—300	1006	1000 Fleisch.
9.—12. Februar 1858	1000	150	1023	von 1500 Fleisch mit Fett abnehmend.
12.—15. Januar 1858	1250	250	1152	von 500 Fleisch mit Fett zunehmend.
6.—8. Februar 1858	1250	250	1210	1400 Fleisch mit Fett.
15.—19. Januar 1858	1500	250	1381	von 500 Fleisch mit Fett zunehmend.
9. März — 1. April 1863	1500	30—150	1457	1500 Fleisch.
22.—27. Januar 1862	1500	150	1474	1500 Fleisch.
1.—3. Februar 1858	1500	150	1508	2200 Fleisch.

Aber nicht nur zu verschiedenen Zeitperioden kann bei gleich grosser Eiweisszufuhr die Zersetzung verschieden sein, sondern auch in der nämlichen Reihe von Tag zu Tag, ganz ähnlich wie wir es bei Einnahme von reinem Fleisch kennen lernten. Ist der Vorrath des circulirenden Eiweisses gross, so dass das Eiweiss der Nahrung nicht hinreicht, den Verlust zu decken, so nimmt wegen der allmählichen Abnahme des Circulationseiweisses trotz gleicher Eiweisszufuhr der Umsatz von Tag zu Tag ab, wie beim Hunger; umgekehrt nimmt der Umsatz zu, wenn im Körper wenig circulirendes

Eiweiss sich findet und die Menge desselben durch den reichlichen Eiweissgehalt der Nahrung wächst. In beiden Fällen geht also die Aenderung gesetzmässig dem Gleichgewichtszustande entgegen und steht nach Erreichung desselben still. Die Verschiedenheiten in der Menge des Circulationseiweisses im Körper machen also nicht nur in weit auseinander liegenden Zeitabschnitten den Umsatz bei gleicher Zufuhr verschieden, sondern auch in direkt aufeinander folgenden Tagen.

Beispiele für den abnehmenden Eiweissverbrauch in derselben Versuchsreihe:

	Datum	Nahrung		Nahrung vorher	Harnstoff	Eiweiss-umsatz	% Abnahme des Eiweiss-umsatzes
		Fleisch	Fett				
1.	20. Februar 1861	400	200	1800 Fleisch	44.8	635	100
	21. " "	400	200	—	39.6	564	89
	22. " "	400	200	—	34.7	498	78
	23. " "	400	200	—	32.6	469	74
	24. " "	400	200	—	31.3	450	71
2.	8. März 1858	500	200	700 Fleisch 150 Fett	45.1	640	100
	9. " "	500	200	—	40.0	570	89
3.	18. Juni 1859	500	250	2000 Fleisch 350 Stärke	53.8	759	100
	19. " "	500	250	—	38.5	558	73
4.	1. Februar 1858	1500	150	2200 Fleisch	114.8	1590	100
	2. " "	1500	150	—	102.7	1424	89

Beispiele für den zunehmenden Eiweissverbrauch in derselben Versuchsreihe:

	Datum	Nahrung		Nahrung vorher	Harnstoff	Eiweiss-umsatz	% Zunahme des Eiweiss-umsatzes
		Fleisch	Fett				
1.	6. Januar 1858	750	250	500 Fleisch 250 Fett	41.4	591	100
	7. " "	750	250	—	47.5	676	114
	8. " "	750	250	—	50.1	709	120
2.	6. Dezember 1860	800	200	400 Fleisch 200 Fett	34.3	477	100
	7. " "	800	200	—	45.5	630	132
3.	20. April 1861	800	350	350 Fett	39.2	553	100
	21. " "	800	350	—	45.1	633	114

	Datum	Nahrung		Nahrung vorher	Harnstoff	Eiweiss-umsatz	% Zunahme des Eiweiss-umsatzes
		Fleisch	Fett				
4.	1. April 1859	1800	250	1800 Fleisch	117.9	1639	100
	2. " "	1800	250	—	113.5	1578	96
	3. " "	1800	250	—	120.8	1678	102
	4. " "	1800	250	—	115.7	1608	98
	5. " "	1800	250	—	119.7	1664	101
	6. " "	1800	250	—	127.5	1771	108
	7. " "	1800	250	—	130.0	1805	110

Auch hier ist wie bei Darreichung von reinem Fleisch das Abfallen und Ansteigen des Umsatzes anfangs schneller, dann nimmt es allmählich ab, wie es namentlich in dem ersten Beispiel der abnehmenden und zunehmenden Reihe deutlich hervortritt.

Aus den angegebenen Versuchen geht wohl zur Genüge hervor, dass die Qualität und Quantität der Nahrung nicht allein die Grösse des Umsatzes bestimmt, sondern auch die Beschaffenheit des Körpers, denn die Nahrung wirkt ja nur so, dass sie den Zustand des Körpers ändert. Dies zeigt weiter, dass bei gleichem Stickstoffumsatz, selbst beim Stickstoffgleichgewicht, der Körper durchaus nicht immer gleich zusammengesetzt ist; bei gleicher Eiweiss- und Fettmenge am Körper kann der Eiweissverbrauch sehr verschieden sich gestalten, je nachdem mehr oder weniger des Eiweisses sich in der Form von Circulations- oder Organeiweiss befindet. Ich habe schon in meiner Abhandlung über den Eiweissumsatz bei Fütterung mit reinem Fleisch [1]) dargethan, dass die nämliche Menge des circulirenden Eiweisses in einem an Organeiweiss reichen oder armen Körper vorhanden sein kann; wenn das Thier mit einer gewissen Fleischportion eben ausreichte und darauf bei längerem Hunger viel Organeiweiss von sich abgab, so setzte es die verlorene Eiweissmenge bei Rückkehr zur früheren Fleichfütterung bis zur abermaligen Herstellung des Gleichgewichtes nicht wieder an, sondern viel weniger; durch die erneute Fleischzufuhr hatte sich nämlich bald so viel Circulationseiweiss angesammelt wie vorher, wess-

1) A. a. O. S. 58.

halb trotz der bedeutenden Abnahme der Organe die Zersetzung die gleiche war.

Der Einfluss der Körperbeschaffenheit lässt sich noch in einigen anderen Fällen nachweisen.

Der Hund hatte vom 15. bis 22. Jan. 1862 täglich 1500 Fleisch erhalten und er befand sich die letzten 6 Tage damit im Stickstoffgleichgewicht; er schied im Mittel täglich 109 Harnstoff aus und war reich an Circulationseiweiss. Darauf wurden vom 22. Jan. bis 1. Februar zu den 1500 Fleisch der Nahrung 150 Fett zugefügt, wobei 104 Fleisch angesetzt wurden, bei der grossen Fleischmenge wohl alles als Circulationseiweiss; schliesslich stellte sich auch hier das Stickstoffgleichgewicht her bei einer mittleren Harnstoffausscheidung von 109 Gmm. Als darauf vom 1. Februar an das Fett wieder weggelassen wurde, schied das Thier nicht wieder 109, sondern 116 Harnstoff aus, d. h. es gab Eiweiss von seinem Körper ab, da es unter dem Einflusse des Fettes mehr Circulationseiweiss aufgespeichert hatte, welches dann bei Weglassung des Fettes der Zersetzung anheimfiel.

Ganz ähnlich stellte es sich in der Reihe vom 7. bis 15. Jan. 1859, in welcher nach dem Eintreten des Gleichgewichtes mit 2000 Fleisch (= 144 Harnstoff) als Nahrung 2000 Fleisch und 200 Stärke oder 250 Fett gegeben wurden, wobei ein Ansatz einer bedeutenden Fleischmenge (1393 Gmm.), wohl grösstentheils in der Form von circulirendem Eiweiss stattfand. Als nun am 15. Jan. wieder 2000 reines Fleisch gegeben wurde, erschienen nicht 144 Harnstoff, sondern 149 Gmm.; der Körper verlor 69 Fleisch, die unter dem Einflusse des Fettes als Circulationseiweiss bestehen konnten.

Anders ist es bei Fettablagerung am Körper und Abnahme des Circulationseiweisses. Den 1. bis 24. Februar 1858 hatte das Thier, nachdem es vorher mit 2200 Fleisch im Stickstoffgleichgewicht war (160 Harnstoff), täglich 150 Fett und Fleisch, von 1500—400 absteigend, erhalten. In den 23 Tagen verlor es nur 250 Fleisch von seinem Körper, war also nahezu auf seinem Fleischbestande geblieben, jedoch hatte es unterdessen sicherlich viel Fett angesetzt, denn sein Gewicht hatte trotz der Fleischabgabe um 730 Gmm. zugenommen, namentlich aber war bei der abnehmenden Fleisch-

menge der Nahrung mit Zusatz von Fett ein grosser Theil seines Circulationseiweisses zu Organeiweiss geworden. Darum entleerte der Hund, als er am 24. Februar wieder 2100 reines Fleisch frass, nicht 153 Harnstoff, sondern nur 114 Gmm.; der an Fett reichere und an Circulationseiweiss ärmere Körper brachte einen Ansatz von Organeiweiss hervor.

Da also bei gleicher Nahrung wegen des verschiedenen Körperzustandes der Umsatz sehr wechselnd ist, so folgt daraus, dass es für jeden Zustand eine bestimmte Menge von Fleisch und Fett in der Nahrung gibt, bei welcher der geringste Verbrauch an Circulationseiweiss oder der grösste Ansatz von Organeiweiss stattfindet.

Es frägt sich, ob eine Vermehrung der Fettmenge der Nahrung bei gleicher Fleischmenge derselben den Eiweissansatz vergrössert und verlängert. Man sollte nach unseren bisherigen Erfahrungen glauben, dass dies der Fall sein müsste, dass mit jeder Steigerung der Fettzufuhr die Ueberführung des Nahrungseiweisses in Organeiweiss erleichtert würde, und doch trifft dies nicht immer zu.

Bischoff und ich hatten schon in einigen Beispielen trotz einer Steigerung der Fettmenge der Nahrung keine weitere Herabsetzung des Eiweissumsatzes, sondern eher eine Steigerung desselben beobachtet.

Das eine Beispiel war folgendes:

Datum 1858	Nahrung		Harnstoff		Fleischumsatz
	Fleisch	Fett			
15. Januar	1500	250	98.9	98.3	1381
16. „	1500	250	94.6		
17. „	1500	250	99.6		
18. „	1500	250	100.0		
19. „	1500	350	105.5	104.5	1447
20. „	1500	350	97.9		
21. „	1500	350	110.1		

Es wird dabei allerdings bei 350 Fett im Mittel im Tag mehr Harnstoff ausgeschieden, als bei 250 Fett; ich halte dies jedoch für unsere Annahme jetzt nicht mehr für beweisend, da der Körper sich allmählich dem Stickstoffgleichgewicht nährte und daher die

Vermehrung des Umsatzes an den letzten drei Tagen wohl auch bei 250 Fett stattgefunden hätte.

Ich kann 5 Reihen aufführen, bei welchen bei gleicher Fleischmenge der Nahrung eine allmähliche Vermehrung der Fettmenge stattfand.

	Datum 1857	Nahrung		Harnstoff		Fleischumsatz
		Fleisch	Fett			
1.	8. November	176	50	13.2	14. 8	215
	9. „	176	50	16.5		
	10. „	176	50	14.8		
	11. „	176	100	17.4		251
	12. „	176	150	15.8	17.2	247
	13. „	176	200	19.7		
	14. „	176	250	16.2		

Die Harnentleerung war hier zwar etwas unregelmässig, aber es geht doch wohl aus den Zahlen hervor, dass der Umsatz bei einer Steigerung von 50 auf 100 Fett etwas grösser wird, dagegen bei nochmaliger Steigerung der Fettration nicht mehr weiter anwächst; der Schluss ist um so sicherer, da bei der noch stattfindenden Fleischabgabe vom Körper der Umsatz allmählich abnehmen sollte.

	Datum 1859	Nahrung		Harnstoff	Fleischumsatz
		Fleisch	Fett		
2.	4.—8. Juni	175	50	17.6	251
	8.—12. „	175	200	18.4	261
	12.—15. „	175	300	18.2	258

Die Eiweisszersetzung nimmt auch hier bei einem Sprung von 50 auf 200 und 300 Fett nicht ab, sondern etwas zu.

	Datum 1859	Nahrung		Harnstoff	Fleischumsatz
		Fleisch	Fett		
3.	16.—19. April	500	100	32.5	463
	19.—22. „	500	200	35.3	500
	22.—25. „	500	300	32.1	456
	25.—29. „	500	0	36.2	522

Durch die Vermehrung des Fettes von 100 auf 200 hat die Eiweisszerstörung zugenommen, durch die weitere Vermehrung auf 300 wieder abgenommen.

	Datum 1864	Nahrung		Harnstoff	Fleisch-umsatz
		Fleisch	Fett		
4.	30. Juli	1000	0	81.7	1140
	31. „	1000	0	81.7	1140
	1. August	1000	100	74.5	1042
	2. „	1000	300	69.3	970
	3. „	1000	0	80.2	1134

Die Vergrösserung der Fettzufuhr von 100 auf 300 brachte eine Verminderung des Eiweissverbrauches hervor.

	Datum 1863	Nahrung		Harnstoff	Fleisch-umsatz
		Fleisch	Fett		
5.	2.—9. März	1500	0	107.7	1500
	9.—17. „	1500	30	106.7	1482
	17.—20. „	1500	60	107.2	1489
	20.—27. „	1500	100	103.8	1442
	27. März—1. April	1500	150	102.3	1422
	1.—10. April	1500	0	106.9	1484

Bei steigenden Fettgaben wird also in diesem Beispiel wenige umgesetzt und mehr angesetzt.

Aus diesen 5 Reihen ist zu entnehmen, dass der Erfolg bei Steigerung der Fettzufuhr nicht immer der nämliche ist, bei geringen Gaben von Fleisch scheint dabei eine Zunahme des Umsatzes stattzufinden, bei mittleren ein Gleichbleiben, bei grösseren Gaben dagegen stets eine Herabsetzung. Der Entscheid ist übrigens schwer mit Sicherheit zu treffen, da es sich um Grössen handelt, die schon nahe an den Fehlergrenzen liegen.

Bischoff und ich haben diese Vermehrung der Zersetzung so zu erklären versucht, dass wir sagten, das Fett erfahre im Körper erst noch Veränderungen, wahrscheinlich in der Leber, und mache dadurch und durch die Aufnahme desselben in die Säfte dem Körper Arbeit, wobei dann mehr Eiweiss verbraucht werde. Diese Anschauung ist nicht richtig, da die Arbeit in den Eiweissumsatz nicht eingreift; ausserdem üben die Kohlehydrate nicht diesen den Eiweissumsatz befördernden Einfluss aus wie das Fett.

Es müssen sich beim Fett zwei Wirkungen entgegen arbeiten. Das Fett setzt einestheils, darüber kann kein Zweifel sein, die Zersetzung des Eiweisses herab und zwar dadurch, dass es von dem Eiweiss den Sauerstoff ferne hält oder weniger Sauerstoff in das

Blut eintreten lässt; anderntheils muss es aber den Umsatz verstärken, indem es etwas mehr Eiweiss in Circulation zieht. Es kommt nun darauf an, welche Wirkung überwiegt. Im Vergleiche mit dem Verbrauch bei reinem Fleische wird das Fett immer Eiweiss ersparen, bei kleinen Fleischmengen wird aber die Herabsetzung nur gering sein können und dann die steigernde Wirkung dagegen hervortreten, bei grösseren Fleischgaben ist jedoch genug zu ersparendes Material vorhanden, dem gegenüber die Vermehrung des Umsatzes, welche sich nicht nach der Eiweiss-, sondern nach der Fettmenge richtet, zurücktritt. Durch diese Hypothese lassen sich alle bei den Versuchen erhaltenen Zahlen erklären.

Auch beim Eiweisshunger findet sich die nämliche Steigerung des Umsatzes durch Fett wie bei geringeren Fleischgaben, oder wenigstens keine Verminderung desselben.

	Datum	Fett	Harnstoff	Fleischumsatz
1.	15. März 1858	330	14.4	205
	16. „ „	350	14.2	205
	17. „ „	0	5.8	80
2.	18. April 1864	0	12.9	179
	19. „ „	100	13.9	190
	20. „ „	200	13.5	185
	21. „ „	300	13.8	189
	22. „ „	300	16.1	221
	23. „ „	0	15.4	211
3.	8. Jan. 1865	0	11.9	163
	9. „ „	0	12.0	165
	10. „ „	100	12.0	165
	11. „ „	200	12.4	171
	12. „ „	300	12.0	165
	13. „ „	0	11.9	163
	14. „ „	0	11.3	155
4.	29. Jan. 1865	0	10.7	147
	30. „ „	0	10.6	145
	31. „ „	0	9.7	132
	1. Febr. „	200	12.8	175
	2. „ „	200	10.4	143
	3. „ „	200	10.8	148
	4. „ „	0	11.5	157
	5. „ „	0	10.9	149

Aus den vorstehenden Erfahrungen über den Einfluss des Fettes auf die Eiweisszersetzung lässt sich nun leicht die Bedeutung des Zusatzes von Fett zu Fleisch oder zu anderen eiweissartigen Stoffen für die Erhaltung und Ernährung des Körpers darthun.

Der Organismus des Fleischfressers kann sich von reinem Eiweiss mit den nöthigen Salzen, Wasser und Sauerstoff, wenn er auf einem guten Ernährungszustande sich befindet, dauernd erhalten, aber er braucht davon sehr bedeutende Mengen, ein Hund von 34 Kilo Gewicht hat dazu 1500—1800 Fleisch = etwa 400 trockenes Eiweiss nöthig. Er verbraucht davon so viel, obwohl er beim Hunger nur 165 Fleisch = 40 trockenes Eiweiss und 100 Fett zersetzt, da jede Zugabe von Fleisch das circulirende, leicht zerfallende Eiweiss vermehrt, und es desshalb lange währt, bis schliesslich die Abgabe von Fleisch und Fett vom Körper aufgehoben wird. Gibt man noch mehr Eiweiss, so wird immer mehr circulirendes erzeugt und immer mehr zersetzt und mehr Sauerstoff aufgenommen, ohne dass der Bestand des Körpers, bis auf die geringe Menge von circulirendem Eiweiss, sich ändert.

Setzt man aber zum Fleisch Fett hinzu, so kann man von ersterem weglassen und mit weniger Fleisch und Fett das nämliche erreichen, wie mit viel Fleisch allein, d. h. den Körper auf seinem Bestande erhalten. Es ist alsdann nur der Strom des circulirenden Eiweisses und die Sauerstoffaufnahme geringer, und der Nutzen, welchen die Zersetzung einer grösseren Summe von Eiweiss bringt, fällt weg. Unter eine gewisse Menge Eiweiss in der Nahrung darf man, wenn der Körper nicht an Substanz abnehmen soll, auch bei reichlichstem Fettzusatz oder selbst bei Fettansatz nicht herunter gehen; diese geringste Menge Eiweiss steht immer höher, als die beim Hunger sich zersetzende, weil jeder Eiweisszusatz in der Nahrung den Vorrath des circulirenden Eiweisses und dadurch den Umsatz vermehrt. Das Fett kann niemals den Fleischverlust vom Körper ganz verhüten, wohl aber das Eiweiss die Abgabe von Fett.

Das Fett der Nahrung hebt also nicht nur den Verbrauch von Fett vom Körper auf, sondern es kann auch für eine gewisse Menge von Eiweiss eintreten. Das Eiweiss dagegen ersetzt nicht einfach das Fett, denn es ändert zugleich auch den Eiweissumsatz und es

ist von ihm allein stets eine viel grössere Quantität nöthig, bis einmal der Körper kein Eiweiss mehr einbüsst, als bei Hinzufügung von Fett.

Bei gutem Körperzustand waren, wie gesagt, für einen 34 Kilo schweren Hund wenigstens 1500—1800 reines Fleisch zur Erhaltung nöthig; er konnte sich aber auch mit 2500 Fleisch schliesslich in's Gleichgewicht setzen; auch beim elendesten Zustande oder auch bei fettreichstem waren jedoch 500 Fleisch allein nicht genügend weder für die Deckung des Verlustes von Fett, noch für die von Fleisch vom Körper[1]). In der Reihe vom 20. April bis 1. Juni 1863 erhielt das Thier 42 Tage lang je 500 Fleisch und doch näherte sich der Umsatz, obwohl der Körper allmählich um 2541 Fleisch ärmer wurde, nur sehr langsam dem Gleichgewichte, und noch am letzten Tage gab es 33 Fleisch von sich ab; es würde zuletzt trotz der Zufuhr von 500 Fleisch zu Grunde gegangen sein, da es wie beim Hunger fortwährend von seinem Organeiweiss einbüsste. Die geringste Fleischmenge, bei welcher bei meinem Hunde ein Ansatz von Fleisch zu bemerken war, betrug 800 Gmm.

Anders ist es bei Zufügung von Fett. Bei sehr herabgekommenem Zustande, nachdem der Hund 6 Tage lang gehungert, 3 Tage nur Stärke und 11 Tage 176 Fleisch mit verschiedenen Mengen von Stärke erhalten hatte, bekam er so viel Fleisch, als er beim Hunger zersetzte, nämlich 176 Gmm. mit 50—250 Fett, so dass zuletzt Fettansatz stattfand; dabei verlor der Körper im Mittel täglich noch 62 Fleisch, denn er verbrauchte 237 Fleisch. Nachdem darauf noch 6 Tage lang nur 150 Fleisch mit verschiedenen Quantitäten von Zucker gereicht worden waren, wurde allmählich unter Zugabe von 250 Fett mit der Fleischration gestiegen. Der Körper des Thieres befand sich dabei im herabgekommensten Zustande, er hatte nur mehr ein Gewicht von 28 Kilo, man erfuhr also jedenfalls die geringste Menge von Fleisch, welche derselbe bei Fettzusatz zur Erhaltung seines kümmerlichen Eiweissstandes braucht; die Fettabgabe vom Körper war durch den Fettzusatz aufgehoben, ja es fand Ansatz von Fett statt. Es ergab sich nun:

---

1) A. a. O. S. 24.

Datum 1857. 1858.	Nahrung		Fleisch-umsatz	Aenderung am Körperfleisch
	Fleisch	Fett		
22. Nov. — 2. Dec.	150	250	233	— 83
2. Dec.	250	250	270	— 20
3. „	350	250	—	—
4. „	450	250	344	+ 106
5. „	500	250	370	+ 130

Es waren also bei diesem elenden Zustande etwa 350 Fleisch mit Fett zur Erhaltung nothwendig, immerhin beträchtlich mehr als beim Hunger zersetzt wird und weniger als ohne Beigabe von Fett.

In der von 1500—400 Fleisch allmählich absteigenden Reihe mit Zusatz von 150 Fett (1—24. Febr. 1858) reichte der Körper mit 550 Fleisch und 150 Fett aus.

In der 32tägigen Reihe vom 5. December 1857 bis 6. Januar 1858 mit 500 Fleisch und 250 Fett wurden die letzten Tage noch je 47 Fleisch angesetzt; dagegen befand sich der Körper bei 500 Fleisch und 200 Fett (vom 3. Juni bis 31. Juli 1862) im Gleichgewicht, und er gab in einer 42tägigen Reihe mit 500 Fleisch allein (20. April bis 1. Juni 1863) bis zuletzt im Tag 60 Fleisch von sich ab.

Am 4. bis 6. December 1860 war das Thier nach viertägigem Hunger mit 400 Fleisch und 200 Fett im Stickstoffgleichgewicht; am 15—19. April 1859 setzte es nach 7 tägigem Hunger bei 500 Fleisch und 100 Fett im Mittel im Tag 53 Fleisch an.

Aus der Tabelle Seite 346 und 347 sind noch mehr Beispiele dafür zu entnehmen, bei welcher Fleisch- und Fettmenge Gleichgewichtszustand oder Abgabe und Ansatz von Fleisch stattfand.

Wenn ein Organismus sich mit 1500—1800 reinem Fleische erhält, bei 500 oder 1000 Fleisch von sich noch 50—150 Fleisch zusetzt, und wenn das Fett der Nahrung im Stande ist, täglich 50—150 Fleisch dem Umsatz zu entziehen, indem weniger Eiweiss in Circulation geräth, so kann der Körper jetzt bei Zugabe von Fett mit 500—1000 Fleisch ausreichen, während er ohne das Fett 1500—1800 Fleisch nöthig hatte. Das Fett wirkt nicht so, dass

die über 500 hinausgehende Fleischquantität angesetzt wird, denn bei steigenden Fleischgaben wächst trotz des Fettzusatzes wie bei reinem Fleisch der Umsatz wegen der Vermehrung des Circulationseiweisses und auch bei der Gegenwart von Fett tritt schliesslich mit jeder Fleischmenge das Stickstoffgleichgewicht ein. Das Fett macht nur, dass man mit weniger Eiweiss ausreicht, mit welchem allein man vorher nicht ausreichte; weil es einen Theil des Eiweisses, welcher sonst zersetzt worden wäre, erhält; so kann man von der Nahrung etwas Eiweiss weglassen und mit weniger Eiweiss leben, d. h. in unserem Falle statt mit 1500—1800 reinem Fleisch mit 500 Fleisch und 200 Fett. Hätte man zu 1500 Fleisch die 200 Fett zugefügt, so hätte dies nur in den ersten Tagen einen geringfügigen Ansatz bewirkt, da sich alsbald wieder das Stickstoffgleichgewicht hergestellt hätte.

Dadurch haben wir die eine für die Ernährung so folgenreiche Bedeutung des Fettes für den Umsatz des Eiweisses erkannt; es macht, dass ansehnlich weniger Eiweiss in der Nahrung nöthig ist und doch der Körper auf seinem Eiweiss- und Fettbestande bleibt.

Zwischen der niedersten Grenze der Eiweisszufuhr mit Fett, die mit der Abgabe von Eiweiss vom Körper beginnt, und der höchsten, welche in der Resorptionsmöglichkeit des Darmes für Eiweiss und Fett gesetzt ist, giebt es die verschiedensten Mittelstufen und auf jeder kann der Körper in seiner Zusammensetzung erhalten werden. Es frägt sich also, welche dieser Stufen ist die günstigste. Es kommt hier ganz darauf an, was man von dem Körper verlangt, ob er Arbeit leisten soll oder nicht, ob man ihn eben auf einer gewissen Zusammensetzung erhalten will, oder ob man ihn reicher an Eiweiss und Fett oder ärmer an diesen Stoffen machen will. Die geringste Menge von Eiweiss und Fett, welche den angestrebten Zweck erreicht, ist für den betreffenden Fall das Ideal der Nahrung.

Beansprucht man vom Körper mechanische Leistungen, so muss man mehr Eiweiss geben und die stickstofffreien Stoffe relativ zurücktreten lassen. Es besteht ein gewaltiger Unterschied, je nachdem man den Körper eines Hundes mit 500 Fleisch und 250 Fett oder mit 2000 Fleisch allein auf seinem Bestande erhält; im ersten

Falle ist das Thier träge, im letzteren dagegen äusserst lebhaft, und wenn das Eiweiss, wie ich glaube, allein die Kraft für die mechanische Arbeit liefert, so kommt dieser Unterschied daher, weil bei 2000 reinem Fleisch ungleich mehr Eiweiss zersetzt wird, während die Menge des Kohlenstoffs nicht grösser ist als in 500 Fleisch und 250 Fett. Einem arbeitenden Pferde setzt man Hafer zum Futter zu, ein Lasten ziehender Ochse erhält mehr Eiweiss in der Nahrung als ein ruhig im Stalle stehender und die Kost eines arbeitenden Menschen schliesst entsprechend der Leistung mehr Eiweiss ein. Es muss ein leistungskräftiger Organismus allerdings auch ausgebildete Muskeln haben als Werkzeuge für seine Arbeit, aber diese thun es nicht allein, es muss sich auch Eiweiss zersetzen und es muss der gesteigerten Fettverbrennung halber ein grösseres Maximum von Sauerstoff aufgenommen werden können. Darum ist zum Zustandekommen der Arbeit ein Reichthum von circulirendem Eiweiss nothwendig, der sich nur bei viel Eiweiss in der Nahrung und einem relativen Zurücktreten der stickstofffreien Stoffe entwickelt. Eiweisshaltige Diarrhoen, Extravasate, fieberhafte Krankheiten etc. etc. schwächen den Körper so sehr, weil ihm von seinem Vorrath an Circulationseiweiss entzogen wird; wegen der Verstärkung des Säftestromes und der Zersetzung ist es schädlich, bei Entzündungskrankheiten viel Eiweiss in der Nahrung zu geben. Ein aufs Aeusserste durch Hunger abgemagerter und kraftloser Hund wird durch Zufuhr von viel Fleisch wieder vollkommen lebhaft, wenn er auch kein Eiweiss angesetzt hat, nur durch die Vermehrung der Eiweisszersetzung, während Fett an dem elenden Zustande nichts ändert. Das Regime der englischen Boxer ist darauf angelegt, durch beinahe ausschliessliche Eiweisszufuhr den Körper möglichst fettarm und reich an Circulationseiweiss zu machen; auf die gleiche Weise wird der Erfolg der Trainirung der englischen Rennpferde erreicht. Das Minimum des nöthigen Eiweisses fällt also für einen arbeitenden Organismus höher aus und es richtet sich ganz nach der Arbeitsgrösse.

Ganz anders als die Erhaltung des Körpers mit oder ohne Arbeit auf seinem Bestande stellt sich die Aufgabe, die Zusammensetzung desselben zu ändern.

Für einen ansehnlichen Ansatz von Fleisch und auch von Fett kann niemals reines Fleisch oder Eiweiss dienen; der gut genährte Fleischfresser erhält sich allerdings mit reinem Fleisch, aber man ist nicht im Stande durch dasselbe, auch nicht durch die grösste Menge, den guten Zustand zu schaffen. Aus viel reinem Fleisch vermehrt sich zwar der Vorrath des Circulationseiweisses, der aber zum grössten Theile alsbald wieder zersetzt wird; der bleibende Rest des Vorrathes ist nie bedeutend und betrug bei dem Hunde mit 20 Kilo Organeiweiss höchstens 1 Kilo. Nach Verlust von Organeiweiss durch Hunger oder ungenügende Nahrung wird bis zur Herstellung des Gleichgewichtszustandes mit viel reinem Fleisch nur zum kleinsten Theile das Verlorene wieder ersetzt, es wird nur der Circulationsvorrath auf die frühere Höhe gehoben. Man hat aber dadurch den Reichthum des Körpers an Eiweiss nicht wesentlich vergrössert und den des Fettes gar nicht.

Wenn man, wie z. B. der Züchter, von einem Ansatz von Fleisch spricht, so meint man damit Organeiweiss, von welchem ungleich mehr sich ansammeln kann, da davon nur 1 % in Circulation geräth und sich umsetzt, vom Circulationseiweiss dagegen 80 %. Die Bildung von Organeiweiss ist daher ohne Fett (oder Kohlehydrate) nicht möglich. Dies ist neben der Ersparung von Fleisch die zweite Bedeutung des Fettes. Ohne das letztere (oder die Kohlehydrate) können wir einen Körper weder reich an Eiweiss noch an Fett machen; das Organeiweiss wird nur dann erzeugt, wenn Fett in solcher Menge dem Eiweiss beigemischt ist, um die Bildung des schlimmsten Feindes der Mästung, nämlich des Vorrathseiweisses, welches grösstentheils gleich wieder untergeht und noch dazu durch Herbeiziehung von viel Sauerstoff den stickstofffreien Materien gefährlich wird, möglichst hintanzuhalten.

Es wird am nachhaltigsten Fleisch, d. i. Organeiweiss bei Zuführung mittlerer Mengen von Eiweiss unter ausgiebigem Zusatz von stickstofffreien Stoffen abgelagert, da dabei weniger Circulationseiweis auftritt als bei grösseren Fleischmengen, die schnell dem weiteren Absatz eine Grenze stecken. Der Fleischzüchter bewegt sich daher zwischen engen Grenzen hin und her, das Verhältniss der stickstofffreien Stoffe zu den stickstoffhaltigen muss für

den betreffenden Fall ein bestimmtes sein; giebt er zu den stickstofffreien Stoffen zu wenig Eiweiss, so bekommt er keinen Ansatz von Fleisch; giebt er zu viel, so läuft er Gefahr, zu viel Circulationseiweiss zu bilden, welches dann die fernere Ablagerung von Organeiweiss abschneidet und ohne jeglichen Nutzen für den Züchter verbraucht wird. Aus diesem Grunde sah Jul. Lehmann,[1]) dass Schweine bei einem Verhältniss der stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien Substanzen in der Nahrung wie 1 : 9 weniger zunahmen, als bei einem von 1 : 6, dass sie dagegen wieder an Gewicht verloren bei einem Verhältniss derselben wie 1 : 3. Ein schlagendes Beispiel für das Gesagte ist die Seite 338 angegebene Reihe vom 4. Dezember 1857 — 22. Januar 1858, wo trotz einer Steigerung von 450 auf 1500 Fleisch mit 250 Fett der Ansatz von Eiweiss nicht zunimmt; mit 500 Fleisch und 250 Fett (5. Dez. — 6. Jan. 1858) kann der Fleischansatz 32 Tage währen, während mit der gleichen Fettmenge und der 4fachen Fleischmenge in wenigen Tagen der Beharrungszustand erreicht ist.

Für den Ansatz von Fleisch muss eine bestimmte Menge von Fett gegeben werden. Eine Steigerung des Fettes über diese Grenze hinaus macht den Ansatz von Eiweiss, wie ich zeigte, momentan nicht wesentlich grösser, wohl aber den von Fett; der wachsende Fettreichthum am Körper wirkt dann aber später sekundär befördernd auf die Eiweissablagerung ein, da ein fetterer Körper bei gleich grosser Zufuhr von Eiweiss weniger davon umsetzt. Pflanzenfresser eignen sich daher vor Allem zur Mast, weil sie gewöhnlich in ihrem Futter im Verhältniss zum Eiweiss sehr viel stickstofffreie Stoffe aufnehmen und somit nur wenig Circulationseiweiss bilden. Man weiss auch, dass fette Leute meist wenig Eiweiss geniessen; hat sich einmal in ihnen eine gewisse Menge von Fett angesammelt, so dient auch eine kleine Portion von Fleisch und Fett zum Ansatz, denn sie nehmen wenig Sauerstoff auf und das Eiweiss, welches bei einem Mageren in Circulation übergegangen wäre und Sauerstoff angezogen hätte, wird bei ihnen zu Organeiweiss; so steigert sich bei solchen Unglücklichen immer mehr und mehr die Masse des

---

1) Jul. Lehmann, Amtsblatt f. d. landwirthschaftl. Vereine, 1865 Nr. 6.

Leibes und die Zersetzung nimmt immer mehr ab; eine Nahrungsquantität, die ein Magerer mit Leichtigkeit verbrennt, macht bei ihnen schon eine Ablagerung von Eiweiss und Fett. Der Nutzen der Fette und Kohlehydrate bei abgemagerten Reconvalescenten und der des Genusses grösserer Mengen eines leicht verdaulichen Fettes, z. B. von Thran, für den Ansatz von Substanz an einem heruntergekommenen Körper ist nach meinen Auseinandersetzungen in die Augen springend.

Der Mäster muss im Anfange das Thier durch reichliche eiweisshaltige Nahrung mit stickstofffreien Substanzen auf einen guten Körperzustand bringen, der es geeignet macht, viel Substanz im Darm aufzunehmen, genügend Verdauungssäfte abzusondern etc. etc., denn nur dann wird es die Nahrung gehörig verwerthen und Fleisch und Fett absetzen können. Bei der eigentlichen Mast wird er sich hüten, zu wenig oder zu viel Eiweiss zu geben, oder zu viel Fett oder Kohlehydrate, da letztere sonst mit dem Koth wieder abgehen. Später, wenn einmal im Körper etwas Fett abgelagert ist, kann er grössere Eiweissgaben wagen als anfangs, da ein fetter Körper aus der gleichen Eiweissmenge mehr Organeiweiss erzeugt. Es ist fraglich, ob es bei fettreichem Zustande für die Mast und den Geldbeutel vortheilhafter ist, neben viel stickstofffreien Stoffen immer reichlicher Eiweiss zu füttern, um den Schluss der Mast bälder zu erreichen, oder weniger Eiweiss zuzumischen, um längere Zeit den Ansatz zu haben. Es ist die Aufgabe bei der Mast stets diejenige Mischung zu kennen, bei welcher das Maximum des Ansatzes von Organeiweiss und Fett durch die geringste Eiweiss- und Fettmenge der Nahrung erlangt wird. Natürlich muss auch beachtet werden, aus welchem Futter mit den geringsten Kosten die nöthige Menge der stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffe ausgelaugt wird und welche Körperverhältnisse die Thiere am besten zur Mästung eignen; die ungleiche Ausnützung des Futters durch die verschiedenen Racen, das Verhältniss des Athemraums und der Blutmenge zum übrigen Körper etc. etc. sind von der grössten Wichtigkeit, doch gehören diese Fragen nicht hierher.

Will man dagegen einen fetten Körper ärmer an Fett machen, so muss man suchen, ihm mehr Sauerstoff zuzuführen. Da nun

das Maximum der Sauerstoffaufnahme nach den Untersuchungen von Pettenkofer und mir von der Menge des Eiweisses abhängig ist und zwar von der des circulirenden Eiweisses, so wird man dies nur durch möglichst grosse Mengen von Eiweiss mit möglichst wenig stickstofffreien Stoffen erreichen. Dies bewirkt zunächst, dass kein weiterer Ansatz von Organeiweiss und Fett mehr stattfindet; es wird dabei aber auch von Anfang an mit der wachsenden Menge des circulirenden Eiweisses und des aufnehmbaren Sauerstoffs etwas von dem abgelagerten Fett verbrannt. Ist nun auf diese Weise allmählich der Körper ärmer an Fett und relativ reicher an Eiweiss geworden, so wird immer mehr Organeiweiss zu circulirendem Eiweiss und dadurch immer mehr Fett angegriffen, bis nach und nach der grösste Theil des Fettes aufgezehrt ist. Dies ist der Hergang bei der sogenannten Bantingkur, deren Erfolge nach den früheren Lehren von den Zersetzungen im Körper nicht erklärt werden konnten, obwohl Manche es versuchten; nach den bis jetzt herrschenden Vorstellungen hätte man wohl die Nichtablagerung von neuem Fett bei dieser Kur aus dem Mangel an Fett oder Kohlehydraten begreifen können, wie es aber zugeht, dass bei Zufuhr von viel reinem Eiweiss, welches man den stickstofffreien Stoffen gegenüber als sehr schwer zersetzbar bezeichnete, auch das im Körper angehäufte Fett verschwindet, ist darnach nicht zu verstehen, wenn man nicht annehmen will, dass die Verbrennung des Körperfettes nur durch stickstofffreie Stoffe aufgehoben wird, was doch schon der gewöhnlichen Erfahrung widerspricht, da viele Fleischfresser mit fettarmem Fleisch sich erhalten. Die Bantingkur ist keine Hungerkur, man sucht durch sie nur möglichst viel Circulationseiweiss zu erzeugen, unter dessen Einfluss mehr Sauerstoff in den Körper gezogen werden kann, der dann auch das aufgespeicherte Fett annagt. Durch körperliche Bewegung kann ebenfalls mehr Sauerstoff in das Blut gepumpt werden, aber nur entsprechend dem Circulationsvorrath, insofern dieser letztere das Maximum des aufnehmbaren Sauerstoffs bestimmt; der fette an Circulationseiweiss arme Organismus wird daher durch Anstrengungen nur wenig erreichen, der an Circulationseiweiss reiche aber besitzt ein viel bedeutenderes Maximum der Sauerstoffaufnahme und kann durch tüchtige

Körperbewegung und tiefe Athemzüge dieses hohe Maximum an Sauerstoff verzehren und dadurch wesentlich die Erfolge der Bantingkur unterstützen.

Wenn man bei einem mager gewordenen Körper die Zufuhr eiweissreicher Nahrung fortsetzt, so wird, da derselbe durch den Fettverlust relativ reicher an Eiweiss geworden ist, immer mehr Circulationseiweiss gebildet und fortwährend vom Organeiweiss gezehrt, so dass immer mehr Eiweiss zur Erhaltung nöthig wird und schliesslich der Darm nicht mehr so viel verdauen kann, um den Verlust zu decken, was endlich trotz der grössten Eiweissaufnahme zum Hungertode führt. Einen solchen Zustand hatte ich mehrmals bei meinem Hunde beobachtet, als er durch längeres Hungern oder geringe Fleischgaben sehr arm an Fett geworden war und darauf während geraumer Zeit viel reines Fleisch (1500 Gmm.) erhalten hatte; er lieferte dabei nicht mehr 108 Harnstoff, sondern bis zu 120 Gmm. und gab also Fleisch von seinem Körper ab; ich habe 3 solcher Beispiele früher [1]) schon angegeben. Diese Erscheinung steht in innigem Zusammenhange mit dem raschen Eintreten des Stickstoffgleichgewichtes bei fettarmen Körpern, mit dem geringen Ansatz und der grossen Steigerung der Zersetzung bei Eiweisszuschuss zur Nahrung, vor Allem aber mit der bei längerem Hunger gemachten Beobachtung, nach welcher nach starker Abnahme des Fettes im Organismus in den späteren Hungertagen die Eiweisszersetzung selbst grösser wird als in den ersten Hungertagen.

Hierher gehört noch ein anderes Beispiel. Wir wissen aus den Untersuchungen von Schwann, [2]) dass Hunde, deren Galle nach Unterbindung des Gallengangs und Anlegung von Gallenblasenfisteln nach Aussen fliesst, nach 2—3 Wochen unter den Erscheinungen der Inanition und äusserster Abmagerung zu Grunde gehen. Bidder und Schmidt [3]) hatten zuerst bemerkt, dass einzelne der Thiere den Verlust der Galle ohne wesentlichen Nachtheil längere Zeit ertragen können, aber dann immer ansehnlich mehr fressen als vor der Operation; sie meinten daher, es sei, wenn die Thiere den

1) a. a. O. S. 71 u. 72.
2) Schwann, Müller's Arch. 1844, S. 127.
3) Bidder u. Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, S. 231.

durch den Wegfall der Galle erlittenen Ausfall durch vermehrte Nahrungsaufnahme decken könnten, eine Fortsetzung des Lebens möglich. Den ferneren Beobachtern war es jedoch aufgefallen, dass die Thiere so viel mehr frassen, ungleich mehr als der Verlust der Galle beträgt, deren Menge im trockenen Zustande bei einem grossen Hunde höchstens 12 Gmm. im Tag ausmacht. Arnold,[1]) Nasse[2]) und später auch Kühne[3]) sprachen daher den übrigens schon von Bidder und Schmidt[4]) gehegten Gedanken aus, ob es sich nicht um den Wegfall der Verdauungswirkungen der Galle handle, welche zur regelrechten Ernährung nothwendig sind.

Es steht durch die Untersuchungen von Bidder und Schmidt und Lenz[5]) fest, dass Gallenfistelhunde so gut wie kein Fett resorbiren, und wenn man dieses und die von mir eruirte Bedeutung des Fettes beachtet, wird man alle Erscheinungen an den Gallenfistelhunden erklären können. In Folge der Operation nimmt das Thier die ersten Tage freiwillig keine Nahrung zu sich, fängt es dann wieder zu fressen an, so dauert es immer noch einige Zeit, bis es wie früher mit vollem Appetit das Vorgesetzte verzehrt; dadurch wird es an seinem Körper arm an Fett. Nun verhält sich dasselbe, wenn man ihm Fleisch mit Fett, also sein gewöhnliches Fressen, reicht, wie ein Thier, das nur Fleisch bekömmt, denn das Fett geht ja ungenützt mit dem Koth wieder ab. Ein fettarmes Thier braucht aber sehr bedeutende Massen von Fleisch allein, um sich auf seinem Bestande zu erhalten und es ist, wenn sein Fettgehalt unter eine gewisse Grenze gesunken ist, mehr davon nöthig, als das Thier schliesslich verdauen kann. Es wird dadurch immer

---

1) Arnold, zur Physiologie der Galle, Mannheim 1854.

2) Nasse, comm. de bilis copia, Programm. Marburg 1851.

3) Kühne, physiologische Chemie.

4) Sie sagen a. a. O. S. 231 ganz klar, dass, weil bei den Fistelhunden der grösste Theil des Fettes unbenützt durch den Darm geht, eine Compensation durch solche Nahrungsmittel erforderlich ist, welche auch bei Abschluss der Galle verdaut und in die Säftemasse eingeführt werden können, also durch Albuminate und Amylaceen. Sie kamen demnach entschieden weiter wie Arnold, Nasse und Kühne, nur kannten sie noch nicht genügend die Rolle des Fettes, um den Tod bei Fütterung mit fettem Fleisch zu erklären.

5) Lenz, de adipis concoctione et absorptione; diss. inaug. Dorpat 1853.

mehr Fett und auch Organeiweiss in die Verbrennung hinein gezogen und das Thier geht trotz der grössten Nahrungsaufnahme an Inanition und völlig fettlos zu Grunde. Ein Gallenfistelhund braucht bei gleichem Körperzustand, d. h. gleichem Fleisch- und Fettreichthum am Körper nicht mehr von reinem Fleisch oder Fleisch mit Kohlehydraten zur Erhaltung als vor der Operation, er braucht nur mehr Fleisch mit Fett, da das Fett ihm zu nichts nütze ist, und er braucht mehr Fleisch, wenn er in Folge des Eingriffs abgemagert ist. Mit Fleisch allein oder mit Fleisch und Fett kann er also höchstens seinen fettarmen Zustand erhalten, aber nicht in einen besseren umwandeln; zu dem Zweck muss man ihm neben reinem Fleisch Kohlehydrate, am einfachsten in der Form von Brod, geben. Man hat sich also vor Allem vor der allzugrossen Abmagerung des Hundes nach Anlegung der Fistel zu hüten; man wählt gleich ein fettreiches Thier, welches durch den unvermeidlichen Fettverlust nicht zu arm daran wird, man sucht ihm dann alsbald täglich mit Gewalt Fleisch und Brod beizubringen und vermeidet endlich die Zugabe von Fett, und reicht ihm als Hauptnahrungsstoffe Eiweiss und Kohlehydrate. Unter diesen Umständen übernehme ich es, alle Gallenfistelhunde durchzubringen, wenn sie nicht in Folge der Operation an Peritoneitis etc. etc. zu Grunde gehen. Ich habe einen Menschen mit einer Gallenblasenfistel gesehen, der durch die Erfahrung geleitet den Genuss von Fett möglichst vermied und vorzüglich von eiweissreichen Nahrungsmitteln und Kohlehydraten sich ernährte und sehr gut dabei bestand. Seitdem ich die Rolle kenne, welche das Fett bei der Ernährung spielt, also seit etwa 6 Jahren, trage ich diese Lehre in meinen Vorlesungen vor. Ein Gallenfistelhund verhält sich wie ein normaler Hund, der im fettarmen Zustande mit reinem Fleisch gefüttert wird.

Daraus geht wiederum hervor, wie wichtig es sowohl für den Ansatz neuer Körpersubstanz, als auch für die Erhaltung der noch vorhandenen ist, Kranken und Reconvalescenten nicht nur Eiweiss, sondern auch stickstofffreie Stoffe, wohl am besten Kohlehydrate, beizubringen, und dass eine einseitige Zufuhr einer Eiweisslösung, wie z. B. des Infusum carnis, einem fettarmen Körper mehr schadet als nützt. Darum sind auch bei den früheren Versuchen von Ma-

gendie, Tiedemann und Gmelin mit auschliesslicher Eiweissfütterung die Thiere zu Grunde gegangen.

Das Verhältniss der Menge des Fettes (oder der Kohlehydrate) zu dem Albumin muss, dies lehren unsere Versuche aufs deutlichste, je nach dem Zwecke verschieden sein. In der Nahrung eines pflanzenfressenden Thieres findet sich meist ein Verhältniss wie 6 : 1; in der Milch, die zur Ernährung des Säuglings dient, ist das Verhältniss wie 4 : 1; ein strenge arbeitender Mann hat im Verhältniss mehr Eiweiss nöthig. Man hat bis jetzt nicht gewusst, welche Bedeutung es mit diesen Verhältnisszahlen hat, aber viele Thatsachen wiesen darauf hin, dass hierin eine der wichtigsten Wahrheiten verborgen liege. Es sind in der Praxis schon vielfältig Erfahrungen darüber gemacht worden, dass eine übermässige Steigerung des Eiweisses gegenüber den stickstofffreien Stoffen oder eine zu geringe Menge desselben jede weitere Produktion abschneidet; man wusste aber den Grund hiefür nicht, konnte also der Gefahr nicht ausweichen. Nach meinen Auseinandersetzungen über die Bedeutung der Albuminate und stickstofflosen Substanzen für die Ernährung und Massenänderung lässt sich leicht erklären, warum dieselben in verschiedenen Proportionen in der Nahrung vorhanden sein müssen. Die Wissenschaft hat durch Beantwortung der Principienfrage das ihrige beigetragen und es ist nun die Aufgabe der die Wissenschaft und die Praxis vermittelnden Organe, für die in der Landwirthschaft gebrauchten Thiere und für die verschiedenen Anforderungen die nöthigen Mengen von stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffen zu bestimmen.

Man hat oft die Frage nach den Nahrungsäquivalenten aufgeworfen. Auch hierüber geben meine Versuche Aufschlüsse. Es handelt sich hier nur um das, was zugeführt werden muss, um den Körper substantiell zu erhalten oder auch einen Ansatz an Masse zu bewirken, und es ist mir dabei ganz gleichgültig, von welchen Stoffen die Leistungen, die mechanischen, elektrischen und thermischen, herrühren. Der Organismus führt im grossen Ganzen als Nahrungsstoffe eine Anzahl von Aschenbestandtheilen, Wasser, Eiweiss und stickstofffreie Stoffe, von letzteren vorzüglich Fette und Kohlehydrate, in sich ein. Würde jeder dieser einfachen Nah-

rungsstoffe einen nur ihm zukommenden Erfolg für die Ernährung haben, so gäbe es keine äquivalenten Stoffe; es müsste also, wenn äquivalente Stoffe existiren, einer die Rolle eines andern übernehmen können. Die den Körper constituirenden Aschebestandtheile werden als solche eingeführt, ebenso das Wasser, und sie können sich nicht gegenseitig vertreten. Das Eiweiss vermag zur Erhaltung eines wohl genährten Organismus für die übrigen Substanzen (Fette und Kohlehydrate) zu dienen, aber nicht die Rolle der stickstofffreien für den Ansatz von Organeiweiss oder Fett am Körper zu übernehmen. Die Bedeutung des Leimes werde ich in einer eigenen Abhandlung besprechen; er scheint für die stickstofffreien Stoffe, ja sogar für das Circulationseiweiss einzutreten, aber kein Organeiweiss zu bilden. Die Fette (oder die Kohlehydrate) können für die Erhaltung des Körpers die Rolle einer kleinen Menge Eiweiss spielen, aber nur bis zu einer gewissen Grenze hin, wo das Eiweiss absolut nöthig ist; die Anforderung an den Organismus bestimmt die Grösse dieses Eiweissminimums, der Rest kann durch Fette (oder Kohlehydrate) ersetzt werden. Das in dieser Abhandlung über das Fett Gesagte gilt zum grössten Theile auch für die Kohlehydrate; wie dieselben sich speciell zum Fett verhalten, soll in einer späteren Arbeit über die Bedeutung dieser Stoffe näher erörtert werden.

Es können also eigentlich nur einfache Nahrungsstoffe äquivalent sein; zusammengesetzte sind es nur dann, wenn sie die nämlichen einfachen Stoffe in der nämlichen Quantität enthalten oder die entsprechenden Mengen sich gegenseitig vertretender. Ungleich zusammengesetzte sind nie äquivalent, wie z. B. Fleisch und Brod, denn wenn man so viel Eiweiss im Brod giebt, als in einer gewissen Menge Fleisch enthalten ist, so hat man im Brod nebenbei einen Ueberschuss von Stärkemehl.

Hat man einmal auf diese Weise die Bedeutung aller Nahrungsstoffe für die Ernährungsprocesse völlig würdigen gelernt, und weiss man, in welcher Menge die einzelnen Nahrungsstoffe resorbirt und wie sie aus den zusammengesetzten Nahrungsmitteln im Darme ausgenützt werden, dann wird man leicht für alle Fälle die passendste Nahrung auswählen können.

Respirationsversuche am Hunde bei Hunger und ausschliesslicher Fettzufuhr.

Von

M. v. Pettenkofer und C. Voit.

Wir haben schon vor mehreren Jahren mit Hülfe des grossen Respirationsapparates eine beträchtliche Anzahl von Bestimmungen aller Zersetzungsprodukte des Hundes, der flüssigen und gasförmigen, unter den verschiedensten Ernährungsverhältnissen des Thieres, gemacht, um die Gesetze der Zerstörung des Fettes und der stickstofffreien Stoffe und die der Aufnahme des Sauerstoffs zu erforschen. Wir haben von den Resultaten dieser Arbeiten bis jetzt nur einen Theil veröffentlicht[1]) und diesen nicht eingehend betrachtet, da anderweitige Fragen sich in den Vordergrund drängten, deren Lösung unsere ganze Zeit in Anspruch nahm, so z. B. die Verfolgung der Zersetzungen beim normalen Menschen, beim Diabetischen und Leukämischen und namentlich die Herrichtung des Respirationsapparates zur Calorimetrie. Da aber eine weitere Verzögerung der Sache schaden und so gedeutet werden könnte, als hätte der Apparat schon ausgedient, so wollen wir daran gehen, nach und nach unser reichlich aufgestapeltes Material darzulegen.

Wir beabsichtigen in dieser ersten Abhandlung den Verbrauch von Eiweiss und Fett bei Entziehung der Nahrung und bei ausschliesslicher Fettfütterung zu schildern, da dies die einfachsten Fälle sind, an die sich die andern allmählich anreihen sollen.

---

1) Annalen der Chem. u. Pharm. 1862. II. Suppl.-Bd. S. 52.

I. Hunger.

a.

Während der 10tägigen Hungerreihe vom 5. bis 15. März 1862, welche auf eine 16tägige Fütterungsperiode mit 1500 Fleisch folgte, wurde täglich aus dem Stickstoffgehalt des Harns die Grösse des Eiweissumsatzes entnommen und zwei Mal auch die der gasförmigen Einnahmen und Ausgaben bestimmt und zwar nachdem der von der reichlichen Fleischfütterung herrührende Vorrath des circulirenden Eiweisses aufgebraucht war, am 6ten und 10ten Hungertage.

Die Resultate waren folgende:

Datum 1862	Körper-gewicht	Wasser gesoffen	Harn	Harnstoff	Fleisch-umsatz
5. März	32.973	0	254	26.5	363
6. "	32.170	362	201	18.6	254
7. "	32.100	143	170	15.7	215
8. "	31.770	385	158	14.9	204
9. "	31.320	310	171	14.8	202
*10. "	31.210	33	124	12.8	175
11 "	30.710	368	151	12.9	176
12. "	30.630	325	157	12.1	165
13. "	30.360	270	164	11.9	163
*14. "	30.050	125	142	11.4	156
15. "	29.695				

Respiration:

10. März Früh 9h 34' bis 11 März Früh 9h 34'.

(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 17.1° C.)

Durchgeströmte Luftmenge	513410	Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.7902	pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	1.4871	" "
Wasser der einströmenden Luft	7.1149	" "
Wasser der abströmenden Luft	7.8769	" "
Abgegebene Kohlensäure	366.3	Grm.
Abgegebenes Wasser	400.5	"
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	357.0	"

14. März Früh 9h 30′ bis 15. März Früh 9h 30′.
(Mittlere Temperatur des Versuchsraumes 17.7° C.)

Durchgeströmte Luftmenge	510131	Liter
Kohlensäure der einströmenden Luft	0.7547	pro mille
Kohlensäure der abströmenden Luft	1.3086	„ „
Wasser der einströmenden Luft	6.8868	„ „
Wasser der abströmenden Luft	7.5581	„ „
Abgegebene Kohlensäure	289.4	Gmm.
Abgegebenes Wasser	350.7	„
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff	401.1	„

10. bis 11. März, 6ter Hungertag.

Da das Thier 175 Fleisch abgab, aber um 500 Gmm. an Gewicht abnahm, so sind ausserdem 325 stickstofffreie Substanz, Wasser oder Fett etc., verloren gegangen.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Wasser	33.0	33.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	358.1	—	—	—	—	358.1
	391.1	33.0	—	—	—	358.1
		= 3.7 H		3.7		29.3
		29.3 O				387.4
Ausgaben.						
Harn [1]	124.3	105.6	4.2	1.0	5.95	5.4
Respiration	766.8	400.5	99.9	—	—	266.4
	891.1	506.1	104.1	1.0	5.95	271.8
		= 56.2 H		56.2		449.9
		449.9 O		57.2		721.7
Differenz	500.0	—	104.1	53.5	5.95	334.3

1) 10.5153 Gmm. Harn = 1.5688 Gmm. trocken = 14.92%
= 0.1825 Gmm. Asche = 1.73%

5cc Harn = 5.2576 Gmm. (0.8410 feuchter Rückstand) gaben:

0.6522 CO_2 = 0.1778 C
0.4576 HO
—0.0566 HO
0.4010 HO = 0.0445 H

Daraus berechnen sich für 124.3 Harn mit 18.73 festen Theilen:

C	4.20
H	1.05
N	5.95
O	5.38
Asche	2.15
	18.73

Die Differenz der Elemente der Einnahmen und Ausgaben stellt dasjenige dar, was der Körper an Substanz verloren hat. Ziehen wir von der Differenz die 5.95 Stickstoff entsprechenden Elemente von 175 Fleisch ab, so bleibt der stickstofffreie Rest übrig.

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Verbrauch	500	104.1	53.5	5.95	334.3
Fleisch	175	21.9	17.7	5.95	127.1
Rest	352	82.2	35.8	0	207.2
Fett	107	82.2	12.7	—	12.4
Wasser	218	0	23.1	0	194.8
				soll	184.8

Wenn neben dem Fleisch nur Fett zersetzt worden ist, so müssen die 23.1 Wasserstoff und 194.8 Sauerstoff in Wasser enthalten sein, d. h. zu Wasser sich ergänzen; dies ist auch der Fall, denn aus 23.1 Wasserstoff ergeben sich 184.8 Sauerstoff.

Es lässt sich nun auch noch berechnen, wieviel Sauerstoff das verbrauchte Eiweiss und Fett nach Abzug der Elemente des Harns zur Ueberführung in Kohlensäure und Wasser nöthig haben.

	im Fleisch		im Fett		im Harn		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	21.9	+	82.2	—	4.2	=	99.9	266.4
Wasserstoff	3.0	+	12.7	—	1.0	=	14.7	117.6
Sauerstoff	9.0	+	12.4	—	5.4	=	16.0	—
								384.0
								16.0
								368.0
							bestimmt	358.1

14. bis 15. März, 10ter Hungertag.

Der Gewichtsverlust des Körpers betrug 355 Gmm.[1]), der des Fleisches 154, es wurden also ausserdem noch 201 Gmm. stickstofffreie Substanz abgegeben. Es berechnen sich aus obigen Daten folgende Werthe:

1) Durch ein Versehen wurde früher die Gewichtsabnahme zu 255 Gmm. berechnet, daher damals die Sauerstoffaufnahme zu 401 Gmm. angegeben wurde.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Wasser	125.0	125.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	302.0	—	—	—	—	302.0
	427.0	125.0	—	—	—	302.0
		= 13.9 H		13.9		111.1
		111.1 O				413.1
Ausgaben.						
Harn[1]	142.0	125.0	3.9	1.0	5.23	5.1
Respiration	640.0	350.7	78.9	—	—	210.5
	782.0	475.7	82.8	1.0	5.23	215.6
		= 52.8 H		52.8		422.9
		422.9 O		53.8		638.5
Differenz	355.0	—	82.8	39.9	5.23	225.4

Subtrahiren wir wieder von dieser Differenz die aus dem Stickstoff des Harns berechneten Elemente von 154 Fleisch und dann die aus dem Rest des Kohlenstoffs berechneten Elemente des abgegebenen Fettes, so erhalten wir

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Verbrauch	355.0	82.8	39.9	5.23	225.4
Fleisch	154.0	19.3	15.6	5.23	111.1
Rest	201.0	63.5	24.3	0	114.3
Fett	83.0	63.5	9.9	0	9.6
Wasser	118.0	0	14.4	0	104.7
				soll	115.2

Sind wirklich 154 Fleisch und 83 Fett zersetzt worden, so müssen der Wasserstoff und Sauerstoff des Restes sich zu Wasser

1) 10.4128 Grmm. Harn = 1.2206 trocken = 11.72%
= 0.1372 Asche = 1.31%

5^{cc} Harn zur N Bestimmung

20^{cc} SO_3 vorher 81.0^{cc} Natronlauge

nachher 30.5^{cc} „

50.5 „

= 12.47^{cc} SO_3 = 0.20229 Grmm. N = 4.04% N

aus der Harnstoffbestimmung = 3.84% N

ergänzen; 14.4 Wasserstoff geben 115.2 Sauerstoff, was mit den vorhandenen 104.7 gut übereinstimmt.

Ebenso differirt die Menge des zur Verbrennung von 154 Fleisch und 83 Fett nöthigen Sauerstoffs kaum von der wirklich aufgenommenen, durch den Versuch bestimmten. Denn wir haben:

	im Fleisch		im Fett		im Harn		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	19.3	+	63.5	—	3.8	=	79.0	210.0
Wasserstoff	2.7	+	9.9	—	1.0	=	11.6	92.8
Sauerstoff	7.9	+	9.6	—	5.1	=	12.4	—
								302.8
								12.4
								290.4
							bestimmt	302.0

Aus beiden Respirationsbestimmungen geht hervor, dass beim Hunger eben so viel Sauerstoff in den Körper eintritt, als zur Umwandlung der abgegebenen Stoffe in Kohlensäure und Wasser erforderlich ist; das Gleiche haben wir früher bereits für den hungernden Menschen constatirt. Es wird dadurch auch abermals bewiesen, dass der hungernde Organismus wirklich von seinem Fleisch und Fett zehrt und nicht irgend etwas anderes, z. B. ein Kohlehydrat, verbrennt. Bei der Oxydation von Fett verhält sich der aufgenommene Sauerstoff zu dem in der Kohlensäure enthaltenen wie 100 : 72, bei der von Fleisch wie 100 : 82; in dem Versuch vom 10. März war die Verhältnisszahl 74, in dem Versuch vom 14. März 70, d. h. es wurde im letzteren Falle etwas mehr Sauerstoff eingenommen, als verbraucht und der geringe Ueberschuss aufgespeichert, was auch bei beiden Versuchen am Menschen hervortrat.

Stellen wir die in beiden Versuchen gewonnenen Hauptzahlen übersichtlich zusammen, so erhalten wir:

	6ter Hungertag	10ter Hungertag
Fleischverbrauch	175	154
Fettverbrauch	107	83
Sauerstoffaufnahme	358	302
Wasserabgabe durch die Respiration	400	351
Kohlensäureabgabe	366	289

Alle Werthe nehmen beim Hunger allmählich ab. Der Fettverbrauch nimmt rascher ab, als der des Fleisches; ersterer fiel in 4 Tagen um 22%, letzterer nur um 12%; die Sauerstoffaufnahme sank um 16%.

Der abgegebene Stickstoff verhält sich zum abgegebenen Kohlenstoff wie 1 : 16—17. Vom abgegebenen Kohlenstoff treten im Harn 4—5%, in der Respiration 96—95% aus; vom Wasser 21—26% in ersterem, 79—74% in letzterer.

Nehmen wir nach den Angaben von Frankland für 1 Gmm. trockenen mit Aether ausgezogenen Ochsenmuskel nach Abzug der Verbrennungswärme des Harnstoffs 4368 W. E. an, für 1 Gmm. Fett 9069 W. E., so bekommen wir für den 10. März eine Gesammtwärme von 1154714 W. E., für den 14. März von 918274 W. E.; also auch die vom hungernden Thiere abgegebene Wärme wird nach und nach kleiner, in 4 Tagen im Verhältniss von 100 : 79.

b.

Wir haben, ehe uns die Bestimmung des gasförmig abgegebenen Wassers und der Sauerstoffaufnahme möglich war, während einer vom 4. bis 12. April 1861 anwährenden Hungerreihe, vor welcher der Hund längere Zeit grosse Mengen von reinem Fleisch, zuletzt 2500 Gmm. im Tag verzehrt hatte, am 2ten, 5ten und 8ten Hungertage die durch Haut und Lungen abgegebene Kohlensäurequantität bestimmt. Da wir nach den beiden vorigen Versuchen annehmen dürfen, dass beim Hunger nur Fleisch und Fett verbrannt wird, so können wir aus dem bekannten Stickstoff- und Kohlenstoffgehalt der Ausgaben leicht die abgegebene Fleisch- und Fettmenge berechnen und dann die zu deren Verbrennung erforderliche Sauerstoffmenge; da wir ausserdem aus dem Gewichtsverlust und den sensiblen Ausgaben genau angeben können, wieviel der Körper Stoffe in Gasform verliert und die Grösse der Sauerstoffaufnahme bekannt ist, so giebt uns die Summe der beiden letzten Posten die Gesammtmenge der durch Haut und Lunge weggegangenen Stoffe und daraus erfahren wir nach Abzug der Kohlensäuremenge die des abgedunsteten Wassers. Wir geben die Resultate dieser Reihe, obwohl dabei nicht alle Posten

direkt bestimmt sind, vorzüglich desshalb an, um die Curve der Fettabgabe vom Körper beim Hunger genau bezeichnen zu können.

Datum 1861	Körpergewicht	Wasser gesoffen	Harn	Harnstoff	Fleischumsatz
4. April	33.750	435	672	60.1	823
* 5. „	32.870	123	269	24.9	341
6. „	32.380	202	221	19.1	261
7. „	31.900	373	252	17.3	237
* 8. „	31.670	25	151	12.3	167
9. „	31.220	276	247	13.3	182
10. „	31.000	265	325	12.5	171
* 11. „	30.540	15	152	10.1	138
12. „	30.220				

Respiration:

5. April Früh 9h 22′ — 6. April Früh 9h 22′
(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 16.5° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . 480262 Liter.
Kohlensäure der einströmenden Luft . . . . 0.6606 pro mille.
Kohlensäure der abströmenden Luft . . . . 1.4322 „ „
Abgegebene Kohlensäure . . . . 380.1 Grmm.

8. April Früh 9h 9′ — 9. April Früh 9h 9′.
(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 16.2° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . 217822 Liter.
Kohlensäure der einströmenden Luft . . . . 0.6495 pro mille.
Kohlensäure der abströmenden Luft . . . . 2.2008 „ „
Abgegebene Kohlensäure . . . . 357.6 Grmm.

11. April Früh 9h — 12. April Früh 9h.
(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 13.9° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . 226293 Liter.
Kohlensäure der einströmenden Luft . . . . 0.7738 pro mille.
Kohlensäure der abströmenden Luft . . . . 2.1732 „ „
Abgegebene Kohlensäure . . . . 334.5 Grmm.

5. bis 6. April, 2ter Hungertag.

Das Thier nahm an diesem Tage um 490 an Gewicht ab; da es aber 54 Grmm. Koth, welche zur vorausgehenden Reihe gehören, entleerte, so betrug der eigentliche Gewichtsverlust des Körpers nur 436 Grmm. Dabei wurden 341 Fleisch verbraucht, also ausserdem 95 Fett oder Wasser. Im Harn und durch Haut und Lungen

wurden 108.7 Kohlenstoff entfernt; in 341 Fleisch befinden sich 42.7 Kohlenstoff, der Rest von 66.0 Kohlenstoff entspricht 86 Fett.

Die 341 Fleisch und 86 Fett haben nun an Sauerstoff nöthig:

	im Fleisch		im Fett		im Harn		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	42.7	+	66.0	—	5.0	=	103.7	276.5
Wasserstoff	5.9	+	10.2	—	1.7	=	14.4	115.2
Sauerstoff	17.6	+	10.0	—	6.6	=	21.0	—
								391.7
								— 21.0
								370.7

Die Sauerstoffmenge berechnet sich also zu 370.7 Gmm., die Menge der insensiblen Ausgaben aus der Differenz der Summe der Gewichtsabnahme und der Einnahmen, und der Abgabe durch den Harn zu 290.0 Gmm.; die Quantität des Sauerstoffs und der insensiblen Ausgaben geben das Gesammtgas zu 660.7 Gmm.; durch Subtraktion der 380.1 Kohlensäure erhält man für die Wasserverdunstung 280.6 Gmm.

Daraus bekömmt man nun als Elemente der Einnahmen und Ausgaben:

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Wasser	123.0	123.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	370.7	—	—	—	—	370.7
	493.7	123.0	—	—	—	370.7
		= 13.7 H		13.7		109.3
		109.3 O				480.0
Ausgaben.						
Harn	269.0	240.0	5.0	1.7	11.6	6.6
Respiration . . .	660.7	280.6	103.7	—	—	276.4
	929.7	520.6	108.7	1.7	11.6	283.0
		= 57.8 H		57.8		462.8
		462.8 O		59.5		745.8
Differenz	436.0	—	108.7	45.8	11.6	265.8

Diese Differenz vertheilt sich wie folgt:

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Verbrauch . .	436.0	108.7	45.8	11.6	265.8
Fleisch	341.0	42.7	28.7	11.6	230.1
Rest	95.0	66.0	17.1	0	35.7
Fett	86.0	66.0	10.2	0	10.0
Wasser . . .	9.0	0	6.9	0	25.7
					soll 53.2

8. bis 9. April; 5ter Hungertag.

Die Gewichtsabnahme betrug 450 Gmm., der Fleichverlust 167 Gmm., die Wasser- oder Fettabgabe daher 283 Gmm. Durch den Harn und die Respiration wurden 100.0 Kohlenstoff entfernt, im Fleisch sind 20.9 Kohlenstoff enthalten, der Rest von 79.1 Kohlenstoff findet sich in 103 Fett.

Um die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs zu erfahren, sehen wir zu, wieviel Sauerstoff nöthig ist, um die Elemente des verbrauchten Fleisches und Fettes nach Abzug derer des Harns in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln.

	im Fleisch		im Fett		im Harn		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	20.9	+	79.1	—	2.5	=	97.5	260.0
Wasserstoff	2.9	+	12.3	—	0.8	=	14.4	115.2
Sauerstoff	8.6	+	11.9	—	3.3	=	17.2	—
								375.2
								— 17.2
								358.0

Die 358.0 Sauerstoff geben mit den 324 Gmm. der insensiblen Ausgaben 682.0 Gmm. gasförmig abgegebene Stoffe, von denen 357.6 Gmm. aus Kohlensäure, der Rest von 324.4 Gmm. aus Wasserdampf bestehen.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Wasser	25.0	25.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	358.0	—	—	—	—	358.0
	383.0	25.0	—	—	—	358.0
		= 2.8 H		2.8		22.2
		22.2 O				380.2
Ausgaben.						
Harn	151.0	137.0	2.5	0.8	5.7	3.3
Respiration . . .	682.0	324.4	97.5	—	—	260.1
	833.0	461.4	100.0	0.8	5.7	263.4
		= 51.2 H		51.2		410.2
		410.2 O		52.0		673.6
Differenz	450.0	—	100.0	49.2	5.7	293.4

Der Rest ist in folgenden Mengen von Fleisch, Fett und Wasser enthalten:

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Verbrauch . . .	450	100.0	49.2	5.7	293.4
Fleisch	167	20.9	14.1	5.7	112.6
Rest	288	79.1	35.1	0	180.8
Fett	103	79.1	12.3	0	11.9
Wasser	180	0	22.8	0	168.9
					soll 182.4

11. bis 12. April, 8ter Hungertag.

Der Körper nahm dabei um 320 an Gewicht ab; diese Abnahme besteht in 138 Fleisch und 182 Wasser oder Fett. Der durch den Harn und die Respiration abgegebene Kohlenstoff betrug 93.2 Gmm.; da im Fleisch 17.3 Gmm. davon enthalten sind, so sind die übrigen 75.9 Gmm. in 99.2 Fett. Diese brauchen zur Oxydation folgende Sauerstoffmengen:

	im Fleisch		im Fett		im Harn		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	17.3	+	75.9	—	2.0	=	91.2	243.2
Wasserstoff	2.4	+	11.8	—	0.7	=	13.5	108.0
Sauerstoff	7.1	+	11.5	—	2.7	=	15.9	—
								351.2
								— 15.9
								335.3

Da 335.3 Sauerstoff aufgenommen und 183.0 Grmm. gasförmige Produkte vom Körper ausgeschieden werden, so macht die Gesammtabgabe durch die Respiration 518.3 Grmm. aus; diese besteht aus 334.5 Kohlensäure und 183.8 Wasser.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Wasser	15.0	15.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	335.3	—	—	—	—	335.3
	350.3	15.0	—	—	—	335.3
		= 1.7 H		1.7		13.3
		13.3 O				348.6
Ausgaben.						
Harn	152.0	140.0	2.0	0.7	4.7	2.7
Respiration	518.3	183.8	91.2	—	—	243.3
	670.3	323.8	93.2	0.7	4.7	246.0
		= 36.0 H		36.0		287.8
		287.8 O		36.7		533.8
Differenz	320.0	—	93.2	35.0	4.7	185.2

Diese Differenz vertheilt sich auf folgende Ausgabeposten:

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Verbrauch	320.0	93.2	35.0	4.7	185.2
Fleisch	138.0	17.3	11.6	4.7	92.6
Rest	182.0	75.9	23.4	0	92.6
Fett	99.2	75.9	11.8	0	11.5
Wasser	82.8	0	11.6	0	81.1
					soll 92.8

Da sich in allen 3 Beispielen der schliessliche Rest nahezu zu Wasser ergänzt, so kann man mit Sicherheit schliessen, dass das Thier wirklich so viel Fleisch und Fett zersetzt und so viel Sauerstoff eingenommen hat, als abgegeben worden ist.

Wir stellen in Folgendem die Resultate der 3 Versuche zusammen:

	2 ter Hungertag	5 ter Hungertag	8 ter Hungertag
Fleischverbrauch	341	167	138
Fettverbrauch	86	103	99
Sauerstoffaufnahme	371	358	335
Wasserabgabe durch die Respiration	281	324	184
Kohlensäureabgabe	380	358	334

Auch hier nehmen die meisten Werthe mit der Dauer der Inanition ab, nämlich die Fleischzersetzung, die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureexhalation. Der Fettverbrauch nimmt wohl vom 5ten auf den 8ten Hungertag ab, er ist aber am 2ten Hungertag am kleinsten, da an diesem der Sauerstoff durch die grössere Quantität des sich zersetzenden Fleisches in Beschlag genommen wird; bei einem reichlichen Fleischvorrath wird also an den ersten Hungertagen mehr Fleisch und wenig Fett zerstört, nach Verbrauchung des Fleischvorraths wird mehr Fett und weniger Fleisch verbrannt, dann nimmt aber die Fettmenge am Körper allmählich ab und die des Fleisches relativ zu, so dass zuletzt wieder viel mehr Fleisch in Zersetzung geräth, wie der eine von uns bei der Betrachtung des Eiweissverbrauchs beim Hunger nachgewiesen hat. Alle Werthe stimmen völlig mit denen der beiden früheren Versuche überein. Nur die Abgabe des Wasserdampfes ist sehr unregelmässig und sie lässt sich nicht in Beziehungen bringen zu der Temperatur des Versuchsraumes; woher diese Verschiedenheiten rühren, ist bis jetzt nicht anzugeben, wir machen vorläufig nur darauf, als eine wichtige Thatsache, aufmerksam.

Die Quantität des aufgenommenen Sauerstoffs verhält sich zu der in der Kohlensäure abgegebenen

am 2ten Tag wie 100 : 74
am 5ten Tag wie 100 : 70
am 8ten Tag wie 100 : 72

also ganz ähnlich wie in den vorigen Versuchen.

Der ausgeschiedene Stickstoff verhält sich zum ausgeschiedenen Kohlenstoff

am 2ten Tage wie 1 : 9
am 5ten Tage wie 1 : 17
am 8ten Tage wie 1 : 19

d. h. anfangs wird im Verhältniss mehr Stickstoff entfernt wegen der reichlicheren Eiweisszersetzung.

Vom abgegebenen Kohlenstoff treten im Harn 2—5 %, in der Respiration 98—95 % aus; vom Wasser 30—46 % in ersterem, 70—54 % in letzterer.

Die Wärmeabgabe beträgt

am 2ten Tage 1139420 W. E.
am 5ten Tage 1109701 W. E.
am 8ten Tage 1045099 W. E.

Die producirte Wärmemenge nimmt also beim Hunger allmählich ab.

Vergleicht man nun die am hungernden Hunde erhaltenen Werthe mit denen des hungernden Menschen, so ergeben sich einige nicht uninteressante Thatsachen. Beim Menschen verhält sich am ersten Hungertage der ausgeschiedene Stickstoff zum ausgeschiedenen Kohlenstoff wie 1 : 18, also so wie beim Hunde am 5.—10. Hungertage; der Hund schliesst anfangs mehr circulirendes Eiweiss ein als der Mensch.

Vom abgegebenen Kohlenstoff werden vom Menschen ähnlich wie beim Hunde 4 % im Harn und 96 % durch die Respiration entfernt.

Der Mensch scheidet aber einen grösseren Bruchtheil des Wassers durch den Harn aus, nämlich 55 % durch den Harn und 45 % durch Haut und Lungen, während der Hund mindestens 54 % durch letztere verliert. Dies rührt nicht von der grösseren Wasserverdampfung an der verhältnissmässig grösseren Oberfläche des kleineren Thieres her, sondern von der verhältnissmässig viel kleineren Harnmenge des Hundes.

Eine Zusammenstellung der am Menschen und Hund erhaltenen absoluten Werthe zeigt Folgendes:

	Körpergewicht	Fleischverbrauch	Fettverbrauch	Sauerstoffaufnahme	Kohlensäureabgabe	Wasserdampf	W.E.
Mensch 1ter Hungertag	70.6	333	216	780	738	829	2309224
Hund 6ter Hungertag .	31.0	175	107	358	366	400	1154714
Verhältniss wie 100:	228	190	202	218	202	207	200

Da die Zersetzungen in den hungernden Körpern der beiden Organismen sich genau wie die Gewichte derselben verhalten, so müssen die Körper in gleichen Gewichten die gleiche Zusammensetzung haben.

II. Ausschliessliche Fettzufuhr.

Unsere Versuche haben uns einen vollkommenen Einblick in die Vorgänge im hungernden Organismus verschafft, er zehrt ausschliesslich von Fleisch und Fett und nimmt genau so viel Sauerstoff auf, als nothwendig ist, diese Substanzen bis zu den letzten Oxydationsprodukten zu zersetzen. Wir wissen nun, dass jede Zufuhr von Eiweiss die Umsetzung des Eiweisses gewaltig ändert, eine ausschliessliche Fettzufuhr jedoch den Eiweissumsatz beim völligen Hunger kaum alterirt; es war daher von Interesse zu wissen, wie sich dabei der Fettverbrauch und die Sauerstoffaufnahme verhält. Wir suchten dies durch die folgenden Versuche zu entscheiden.

a.

Wir bestimmten während der Reihe vom 25. März bis 4. April 1862, welche auf eine längere Fütterungsperiode mit 1500 Fleisch folgte und in welcher der Hund täglich 100 Fett erhielt, 2 Mal, nämlich am 8ten und 10ten Tage, die Respirationsprodukte. Wir erhielten:

Datum 1862	Körpergewicht	Wasser gesoffen	Harn	Harnstoff	Fleischumsatz
25. März	31.390	155	302	27.2	386
26. „	31.020	93	199	16.3	236
27. „	30.430	200	173	14.1	207
28. „	30.250	297	157	12.9	190
29. „	30.110	347	155	12.4	183
30. „	29.820	120	138	10.8	161
31. „	29.650	332	136	10.5	157
* 1. April	29.510	214	139	10.7	159
2. „	29.422	253	240	11.2	167
* 3. „	29.220	158	157	8.6	131
4. „	29.020				

Respiration:

1. April Früh 9h 23′ — 2. April Früh 9h 23′.
(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 18.4° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . 524193 Liter.
Kohlensäure der einströmenden Luft . . . . 0.7097 pro mille.
Kohlensäure der abströmenden Luft . . . . 1.2727 „ „
Wasser der einströmenden Luft . . . . 8.3356 „ „
Wasser der abströmenden Luft . . . . 8.7517 „ „
Abgegebene Kohlensäure . . . . 301.9 Gmm.
Abgegebenes Wasser . . . . 223.2 „
Aus der Luft aufgenommener Sauerstoff . . . . 262.2 „

3. April Früh 9h 35′ — 3. April Abends 5h 35′.
(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 18.9° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . 62485 Liter.
Kohlensäure der einströmenden Luft . . . . 0.7417 pro mille.
Kohlensäure der abströmenden Luft . . . . 2.1325 „ „
Wasser der einströmenden Luft . . . . 8.7196 „ „
Wasser der abströmenden Luft . . . . 9.6495 „ „
Abgegebene Kohlensäure . . . . 103.9 Grmm.
Abgegebenes Wasser . . . . 71.9 „ „

1. bis 2. April, 8ter Tag.

Der Körper nahm an diesem Tage um 88 Gmm. an Gewicht ab; da aber in der ganzen 10tägigen Fettreihe 291.0 feuchter = 101.1 trockener Koth gebildet wurden, so treffen auf den Tag

29.1 Grmm., so dass die Reinabnahme des Thieres 117 Grmm. beträgt. Es wurden 159 Fleisch verbraucht, also 42 Fett oder Wasser angesetzt.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Fett	100.0	—	76.5	11.9	—	11.6
Wasser	214.0	214.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	262.2	—	—	—	—	262.2
	576.2	214.0	76.5	11.9	—	273.8
		= 23.8 H		23.8		190.2
		190.2 O		35.7		464.0
Ausgaben.						
Harn [1])	139.0	123.2	4.0	1.0	4.98	3.8
Koth [2])	29.1	19.0	5.5	0.8	0.44	2.4
Respiration . . .	525.1	223.2	82.3	—	—	219.6
	693.2	365.4	91.8	1.8	5.42	225.8
		= 40.6 H		40.6		324.8
		324.8 O		42.4		550.6
Differenz	117.0	—	15.3	6.7	5.42	86.6

Von den 91.8 verbrauchten Kohlenstoff sind in den zersetzten 159 Fleisch 19.9 Grmm., also bleiben nur 71.9 für das zersetzte Fett übrig, entsprechend 94 Fett, d. h. es sind 159 Fleisch und 94 Fett zerstört, dagegen 6 Fett und 36 Wasser angesetzt worden.

Vertheilen wir die Differenz auf die einzelnen Substanzen, so erhalten wir:

1) 10.4068 Harn = 1.1843 trocken = 11.38 %
0.1530 Asche = 1.41 %

2) Im Koth sind 34.74 % feste Theile und im trockenen Koth 32.23 % Fett und 9.49 % Asche, also 67.77 % Fleischkoth mit der bekannten Zusammensetzung.

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Rest	117.0	15.3	6.7	5.42	86.6
Fettansatz . . .	6.0	4.6	0.7	—	0.7
Summe	123.0	19.9	7.4	5.42	87.3
Fleischverbrauch	159.0	19.9	16.1	5.42	115.4
Wasser an . .	36.0	0	8.7	0	28.1
					soll 69.6

Vergleichen wir noch den aufgenommenen Sauerstoff mit dem zur Oxydation des Fleisches und Fettes nöthigen Sauerstoff.

	im Fleisch		im Fett		im Harn		im Koth		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff .	19.9	+	71.9	—	4.0	—	5.5	=	82.3	219.4
Wasserstoff .	2.7	+	11.2	—	1.0	—	0.8	=	12.1	96.8
Sauerstoff .	8.2	+	10.9	—	3.8	—	2.4	=	12.9	—
										316.2
										12.9
										303.3
									bestimmt	262.2

Es ist hier zum ersten Male eine nicht unansehnliche Differenz (41.1 Grmm. = 16 %) in der wirklich aufgenommenen Menge Sauerstoff und der gerechneten vorhanden, was sich auch schon in der nicht völligen Ergänzung des Restes von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser ausspricht. Es liegen mehrere Möglichkeiten zur Erklärung vor; entweder ist ein Versuchsfehler gemacht worden, den wir aber nicht annehmen können, da wir die Sauerstoffquantität ungleich genauer bestimmen können; oder es hat der Körper von seinem Sauerstoffvorrathe hergegeben, was aber nicht wahrscheinlich ist, da letzterer am achten Tage ausschliesslicher Fettfütterung wohl aufgebraucht sein wird; oder es handelt sich endlich um eine Zersetzung des Fettes im Darmkanal und eine Abgabe von Grubengas oder Wasserstoffgas. Diese letztere Erklärung ist jedenfalls die richtige; wir haben bei Zufuhr von viel reinem Fleisch nur eine geringe Entwicklung von Grubengas (1.6) und Wasserstoffgas (1.4) gefunden, eine beträchtliche aber bei Zufuhr von 500 Fleisch und 200 Fett, nämlich im Mittel 4.1 Grubengas und 5.3 Wasser-

stoffgas, welche zur Verwandlung in Kohlensäure und Wasser 59 Sauerstoff brauchen; die Differenz in Rechnung und Versuch, welche 41 Gmm. ausmacht, kann also leicht in einer Abgabe solcher Gase beruhen.

3. April, 10ter Tag.

An diesem Tage musste eines Unfalls halber die Bestimmung der Respirationsprodukte leider nach achtstündigem Gange des Apparates abgebrochen werden; wir versuchen aber von 8 Stunden auf 24 Stunden zu rechnen, was bei der Fütterung mit Fett, das auf den Umsatz kaum einen Einfluss ausübt, wohl angehen mag. Dann hätte das Thier in 24 Stunden 311.7 Kohlensäure und 215.7 Wasser ausgeschieden und 226.4 Sauerstoff eingenommen.

Da der Gewichtsverlust mit Einrechnung von 29 Koth 229 Gmm. betrug, der Verlust an Fleisch aber nur 131 Gmm., so fand noch eine Abgabe von 98 Fett oder Wasser statt. Es wurden 93.7 Gmm. Kohlenstoff verbraucht; von diesen sind 16.4 im zersetzten Fleisch enthalten, also 77.3 im zersetzten Fett, die 101.1 Fett entsprechen. Darnach gab der Körper ausser 131 Fleisch 1 Fett und 97 Wasser ab.

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Fett	100.0	—	76.5	11.9	—	11.6
Wasser	158.0	158.0	—	—	—	—
Sauerstoff aus der Luft	226.4	—	—	—	—	226.4
	484.4	158.0	76.5	11.9	—	238.0
		= 17.5 H		17.5		140.5
		140.5 O		29.4		378.5
Ausgaben.						
Harn	157.0	144.2	3.2	0.8	4.02	3.1
Koth	29.1	19.0	5.5	0.8	0.44	2.4
Respiration . . .	527.4	215.7	85.0	—	—	226.7
	713.5	378.9	93.7	1.6	4.46	232.2
		= 42.1 H		42.1		336.8
		336.8 O		43.7		569.0
Differenz	229.1	—	17.2	14.3	4.46	190.5

Bei Vertheilung der Differenz erhalten wir:

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Rest	229.1	17.2	14.3	4.46	190.5
Fleisch	131.0	16.4	11.0	4.46	88.4
Rest	98.1	0.8	3.3	0	102.1
Fett	1.1	0.8	0.1		0.1
Wasser	97.0	0	3.2	0	100.0
					soll 25.6

Berechnen wir noch die zur völligen Oxydation des zerstörten Fleisches und Fettes nöthige Sauerstoffmenge:

	im Fleisch		im Fett		im Harn		im Koth		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	16.4	+	77.3	—	3.2	—	5.5	=	85.0	226.6
Wasserstoff	2.3	+	12.0	—	0.8	—	0.8	=	12.7	101.8
Sauerstoff	6.7	+	11.7	—	3.1	—	2.4	=	13.0	—
										328.4
										13.0
										315.4
									bestimmt	226.4

Auch hier begegnen wir wieder einer Differenz zwischen bestimmtem und gerechnetem Sauerstoff, welche 89.0 Gmm. beträgt und ebenfalls von einer Entwicklung von Grubengas herrührt.

Die Hauptzahlen der beiden Versuchstage sind folgende:

	8ter Tag	10ter Tag
Fleischverbrauch	159	131
Fettverbrauch	94	101
Sauerstoffaufnahme	262	226
Wasserabgabe durch die Respiration	223	216
Kohlensäureabgabe	302	312

Vergleichen wir die bei völligem Hunger erhaltenen Zahlen mit denen bei ausschliesslicher Fettfütterung, wobei so viel Fett gegeben wurde, dass dadurch der Verlust von Fett vom Körper gerade aufgehoben wird und kein Fettansatz eintritt, so bemerken

wir einige wichtige Unterschiede. Durch das Fett kann die Abgabe von Fett verhütet werden; Fleisch- und Fettverbrauch im eigentlichen Körper sind, wenn man die Zersetzung des Fettes im Darm und die Ausscheidung von Stickstoff und Fett im Koth berücksichtigt, etwas geringer als bei völligem Hunger; es werden darnach im Körper 132 Fleisch und 92 Fett zersetzt. Dem entsprechend fällt die Kohlensäureexhalation kleiner aus. Das Fett der Nahrung steigert also den Fettumsatz nicht, wie man nach den früheren Anschauungen hätte erwarten sollen, sondern setzt ihn sogar herab, während jeder Eiweisszusatz zur Nahrung eine entsprechende Vermehrung der Eiweiss- und Fettzersetzung durch die reichlichere Sauerstoffaufnahme und die Verstärkung des Eiweissstromes hervorruft. Die Wärmeabgabe ist geringer als beim Hunger; sie beträgt im letzteren Falle vom 5. bis 10. Hungertag im Mittel 1056947 W. E., hier nur 973250 W. E.

Die wichtigste Erscheinung bei der Fettfütterung ist aber die beträchtlich geringere Sauerstoffeinnahme. Seitdem man weiss, dass das Fett den Eiweissumsatz vermindert, hat man nach der näheren Ursache gefragt. Man hat gesagt, dass das Fett als Respirationsmittel den Sauerstoff für sich in Beschlag nimmt und so dem Eiweiss entzieht. Diese Erklärung ist nicht richtig, denn es wird bei Fettzufuhr nicht mehr Fett als beim Hunger verbrannt, es wird vielmehr bei der Gegenwart des Fettes im Blute oder den Säften direkt weniger Sauerstoff gebunden oder vielleicht zunächst weniger Organeiweiss in circulirendes Eiweiss verwandelt und dann in Folge davon weniger Sauerstoff in's Blut aufgenommen. Diese Eigenschaft des Fettes, die Sauerstoffaufnahme herabzudrücken, ist für die Prozesse der Zersetzung im Thierkörper eine der wichtigsten und kommt namentlich beim Ansatz von Körpersubstanz, von Fleisch und Fett, zur Wirkung.

b.

Wir geben noch die Resultate eines Versuches an, bei welchem eine sehr grosse Quantität von Fett gegeben worden ist; derselbe wurde zu einer Zeit angestellt, als wir nur die Kohlensäure der Athemluft bestimmten, wir können daher über die Wasserabgabe und Sauerstoffaufnahme in diesem Falle nichts Bestimmtes aussagen,

Der Hund hatte nach sehr reichlichem gemischtem Fressen am 18. und 19. April 1861 350 Fett erhalten; am 19. April wurde ein Respirationsversuch gemacht.

Datum 1861	Körper-gewicht	Wasser gesoffen	Harn	Harnstoff	Fleisch-umsatz
18. April	33.560	7.	524	24.0	356
* 19. „	32.350	358	321	14.6	227
20. „	32.020				

Respiration:

19. April Früh 9h — 20. April Früh 9h.
(mittlere Temperatur des Versuchsraumes 13.3° C.)

Durchgeströmte Luftmenge . . . . 473302 Liter.
Kohlensäure der einströmenden Luft . . . . 0.6739 pro mille.
Kohlensäure der abströmenden Luft . . . . 1.7437 „ „
Abgegebene Kohlensäure . . . . 519.5 Gmm.

Der Körper nahm trotz der Einnahme von 350 Fett und 358 Wasser um 330 an Gewicht ab. Er hatte aber 155.9 Koth entleert, von denen 99.2 auf die vorausgehende gemischte Kost und 56.7 auf die Fettreihe treffen; auf die 2 Tage mit Fettfütterung kommen 106.0 Koth[1]), also auf den ersten Tag 53.0 Gmm.; es gehen daher 152.2 Gmm. vom Anfangsgewicht und 49.3 als noch nicht entleert vom Endgewicht ab. Darnach beträgt der wirkliche Gewichtsverlust 227 Gmm.

Dem Stickstoffgehalt des Harns und Kothes nach wurden 227 Fleisch zersetzt, also genau so viel, als der Körper an Gewicht verlor. Im Harn und Koth und den Respirationsprodukten gingen 154.1 Kohlenstoff fort, im zersetzten Fleisch befanden sich 28.4, im zersetzten Fett also der Rest von 125.7 Kohlenstoff, die in 164.0 Fett enthalten sind; 186 Fett sind demnach nicht zersetzt, sondern angesetzt worden. Für die angesetzten 186.0 Fett sind 186.0 Wasser vom Körper abgegeben worden.

Die 227 Fleisch und 164 Fett brauchen zur Oxydation an Sauerstoff:

---

1) Im Koth sind 35.20 % feste Theile und darin 21.84 % Fett.

	im Fleisch		im Fett		im Harn		im Koth		zu oxydiren	Sauerstoff nöthig
Kohlenstoff	28.4	+	125.7	—	2.9	—	9.5	=	141.7	377.9
Wasserstoff	3.9	+	19.5	—	1.0	—	1.3	=	21.1	168.8
Sauerstoff	11.7	+	19.0	—	3.9	—	2.4	=	24.4	—
										546.7
										24.4
										522.3

Die vom Körper gasförmig abgegebenen Stoffe wiegen nach der Differenz der Summen des Gewichtsverlustes, des verzehrten Wassers und Fettes einerseits und des Harns und Kothes und des Fettansatzes andererseits 375 Gmm.; Sauerstoff und insensible Ausgaben zusammen = 897.3 Gmm., machen das Gesammtgewicht der Respirationsprodukte aus, von denen die Kohlensäure 519.5, das Wassergas 377.8 wiegt.

Darnach hätte man:

Elemente der Einnahmen und Ausgaben.

		Wasser	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Einnahmen.						
Wasser	358.0	358.0	—	—	—	—
Fett	350.0	—	267.7	41.6	—	40.6
Sauerstoff aus der Luft	522.3	—	—	—	—	522.3
	1230.3	358.0	267.7	41.6	—	562.9
		= 39.8 H		39.8		318.2
		318.2 O		81.4		881.1
Ausgaben.						
Harn[1]	321.0	304.0	2.9	1.0	6.8	3.9
Koth	53.0	34.4	9.5	1.3	0.9	2.4
Respiration	1083.3	563.8	141.7	—	—	377.8
	1457.3	902.2	154.1	2.3	7.7	384.1
		= 100.2 H		100.2		802.0
		802.0 O		102.5		1186.1
Differenz	227.0	—	113.6	21.1	7.7	305.0

1) Aus dem trockenen Rückstande des ganzen Harns konnten mit Aether nur 0.0852 Gmm. Extrakt gewonnen werden.

		Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Rest	227.0	113.6	21.1	7.7	305.0
Fettansatz . . .	186.0	142.0	22.1	0	21.6
Summe	413.0	28.4	43.2	7.7	326.6
Fleischverbrauch	227.0	28.4	23.0	7.7	164.9
Wasser ab . .	186.0	0	20.2	0	161.7
					soll 161.6

Es fanden sich also:

Fleischverbrauch	227
Fettverbrauch	164
Sauerstoffaufnahme	522
Wasserabgabe durch die Respiration	378
Kohlensäureabgabe	519

Hier wird unter dem Einflusse von viel Fett der Nahrung mehr Fett zerstört, als bei völligem Hunger und auch eine grössere Sauerstoffaufnahme berechnet. Die letztere wird zwar wohl wegen der Zersetzung des Fettes im Darm und der Entwicklung von Grubengas und Wasserstoff in Wirklichkeit kleiner sein, als 522 Gmm., es ist aber nicht wohl anzunehmen, dass sie dadurch um mehr als 100 Gmm. herabgedrückt wird, so dass die Sauerstoffaufnahme und die Fettzerstörung immerhin grösser ist, als ohne die reichliche Fettzufuhr. Dies ist aber kein Widerspruch gegen das vorher Gesagte, denn wir müssen bedenken, dass hier im Gegensatze zu den vorigen Versuchen mit ausschliesslicher Fettfütterung täglich der bedeutende Ansatz von 186 Fett stattfand; das Thier suchte den Ueberschuss des Fettes zu überwältigen, es lag den ganzen Tag über keuchend in dem Käfige und pumpte auf diese Weise das für seine Verhältnisse mögliche Maximum von Sauerstoff in sich ein, wesshalb auch so viel mehr Wasser gasförmig aus dem Körper ausgeschieden und mehr Eiweiss als beim Hunger oder geringer Menge von Fett zersetzt wird. Der reichliche Ansatz von Fett bei einem Verlust von Fleisch vom Körper ist eine wichtige Thatsache, welche wir anderweit noch zu verwerthen haben.

Untersuchungen über die Zersetzung des Eiweisses im Menschen unter dem Einflusse von Quecksilber und Jod.

Von

Dr. Hermann von Boeck.

Durch die Untersuchungen von Voit ist festgestellt, dass das Eiweiss im Körper nicht gleichmässig in Zersetzung übergeht, sondern dass nur von einem kleinen Theil desselben, dem circulirenden, bis zu 80% zerstört wird, dem gegenüber sich der in den Organen abgelagerte grössere Theil als ein stabiler verhält, da von ihm nur wenig in Circulation und unter die Bedingungen des Zerfalls kommt. Das Eiweiss der Nahrung mischt sich grösstentheils dem ersteren bei und verstärkt daher so auffallend den Umsatz. Alle Momente, welche den Uebergang in Circulationseiweiss begünstigen, rufen daher auch einen grösseren Eiweissverbrauch hervor, dahin gehören grössere Gaben von Kochsalz, reichliches Wassertrinken, die Zuckerharnruhr und wahrscheinlich auch das Fieber; alle, welche eine Ablagerung von Organeiweiss hervorbringen, vermindern dagegen diesen Umsatz, so z. B. Fett oder andere stickstofffreie Substanzen der Nahrung.

Die Zersetzung des Eiweisses ist die wichtigste Zersetzung im Körper, da die Organe vorzüglich aus diesem Stoffe aufgebaut sind. Es ist daher von Bedeutung, den Einfluss anderer Agentien, wie z. B. verschiedener als Arzneimittel gebrauchter Stoffe, denen man gewisse Wirkungen auf die Vorgänge im Körper zuschreibt, in obigem Sinne zu untersuchen. Man hört heut zu Tage oft, dies oder jenes Mittel vermehre oder vermindere den Stoffwechsel und man meint damit etwas besonders Weises gesagt zu haben. Wenn man frägt, welcher

Wechsel denn geändert wird, ob der des Wassers oder irgend eines Nährsalzes oder des Eiweisses oder des Fettes, so bekömmt man keine Antwort; ebenso wenn man sich erkundigt, durch welche Versuche ein solcher Einfluss erkannt worden sei.

Es sind allerdings, ja leider nur zu oft, Harnstoffbestimmungen im Harn unter verschiedenen Umständen gemacht worden; man hat dabei unbedenklich die Grösse der Harnstoffausscheidung als feststehendes Maass für die jeweiligen Bedingungen genommen, ohne sich darum zu bekümmern, ob alle Faktoren, welche auf die Eiweisszersetzung von Einfluss sind, gleich gehalten waren. Diese dürfen sich aber, wie sich von selbst versteht, nicht oder nur so wenig ändern, dass die Aenderung in der Zersetzung nur klein ist, wenn man Schwankungen in der Umsetzung auf einen neu eingeführten Faktor beziehen will; es muss die Zusammensetzung des Körpers, sein Gehalt an Organ- und Circulationseiweiss und an Fett der gleiche geblieben sein. Man wird zugeben, dass dieses Erforderniss in den wenigsten Fällen erfüllt worden ist.

Die Bestimmung des Eiweissumsatzes aus dem Stickstoffgehalt des Harns und Koths setzt voraus, dass die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte, so weit als sie berücksichtigenswerth sind, auf diesen Wegen aus dem Körper entfernt werden. Nach hartnäckigen Kämpfen, die aber der Sache nur genützt haben, ist jetzt endlich dieser Satz festgestellt. Er gilt nicht nur für einzelne Thiere, sondern, wie wir erkennen können, allgemein, denn er ist erwiesen für den Menschen, den Hund, die Katze, das Rind, das Schaf, die Taube und das Huhn. Ausser den Untersuchungen von Voit an Menschen, Hunden, der Katze, dem Rind und der Taube nenne ich als bestätigende Arbeiten die von M. Siewert[1]) in Halle am Menschen, von Meissner[2]) an dem Huhn, von G. Kühn[3]) in Moeckern am Rinde, von Henneberg[4]) am Schaf. Nur Stohmann[5]) meinte, es müsse bei der Ziege Stickstoff noch wo anders

1) Siewert, Zeitschrift f. gesammte Naturwissenschaften, Bd. 31. S. 458.
2) Meissner, Zeitschrift f. rat. Med. 3. R. Bd. 31. S. 195.
3) Kühn, landwirthschaftl. Versuchsstationen 1868. Bd. 10. S. 418.
4) Henneberg, Centralblatt f. d. mediz. Wiss. 1869. Nro. 15.
5) Stohmann, Journal f. Landwirthschaft 1868. 2te Folge. Bd. 3. —

ausgeschieden werden, da er bei an Eiweiss sehr reichem Futter so viel Stickstoff im Harn und Koth weniger, als in der Nahrung gegeben worden war, fand, dass er ihn nicht als Ansatz am Körper in der Form von Eiweiss deuten konnte; da aber Stohmann[1]) in neuerer Zeit bei normalen Ernährungsverhältnissen sämmtlichen Stickstoff aus Harn und Koth erhielt und darauf hin die früheren Versuche nochmals controlirt, so ist wohl kaum zu zweifeln, dass sich auch für diese eine Aufklärung ergeben wird. Auch für wirbellose Thiere, nämlich für die Seidenraupen, ist schon vor mehreren Jahren von Peligot[2]) das Gleiche dargethan worden; er eruirte den Stickstoffgehalt einer Anzahl eben aus den Eiern ausgeschlüpfter Seidenraupen; ihren Kameraden wurden nun Maulbeerblätter von bekanntem Stickstoffgehalte vorgesetzt und die Menge des Verzehrten bestimmt; als die Raupen ausgewachsen und eben im Begriffe waren, sich einzuspinnen, untersuchte er die Menge des jetzt in ihnen enthaltenen Stickstoffs und so konnte er den Stickstoff der Einnahmen mit der Summe des Stickstoffs der Ausgaben und des am Körper Angesetzten vergleichen. Ich theile die wenig gekannten interessanten Resultate der 4 von Peligot ausgeführten Versuchsreihen hier mit.

	Stickstoff-einnahme	Stickstoff in den Exkrementen	Stickstoff am Körper angesetzt	Summe von Ausgabe und Ansatz	Differenz in %
1.	4.280	2.260	1.930	4.190	—2.1
2.	0.604	0.321	0.284	0.605	+0.2
3.	2.142	1.747	0.384	2.131	—0.5
4.	3.036	1.572	1.455	3.027	—0.3

Darnach verlässt also auch bei den Seidenraupen der Stickstoff den Körper nur durch die Exkremente.

Wir können also in der That aus dem Stickstoffgehalte des Harns und Koths auf den Eiweissumsatz im Körper zurückschliessen.

Ich habe nun den Verbrauch des Eiweisses im menschlichen

1) Stohmann, Centralblatt f. d. mediz. Wiss. 1869. Nro. 21.

2) Peligot, Compt. rend. 1865. T. 61. p. 866.

Körper unter dem Einflusse zweier wichtiger Arzneistoffe, des Quecksilbers und des Jods geprüft. Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass das Quecksilber und das Jod sammt ihren Verbindungen einen ganz bedeutenden Eingriff in die Vorgänge im Organismus auszuüben im Stande sind; auch lassen sich die raschen und oft andauernden Heilerfolge, welche diese Mittel, namentlich bei Syphilis, bewirken, bei allem Scepticismus nicht in Abrede stellen. Ebenso sicher ist es aber auch, dass man die Art und Weise der Wirkung derselben, das Wie, nicht kennt. Es ist vielleicht möglich, durch das Studium der wichtigsten Zersetzung im Körper, der des Eiweisses, der Erkenntniss näher zu kommen.

Die meisten Erklärungen der Wirkung der genannten Metalle beruhen auf der Eigenschaft derselben, mit Eiweiss schwer zersetzbare Verbindungen einzugehen. Man dachte sich den Vorgang so, dass neben dem Körpereiweiss auch das syphilitische Gift als eiweisshaltiger Stoff in Beschlag genommen und unschädlich gemacht werde, so wie durch die Bleiche unter Aufopferung eines Theils der Leinwand der Farbstoff zerstört werde. Bei dieser Sachlage müsste eine höchst geringe Menge von Quecksilber oder Jod hinreichen, eine grosse Quantität von Eiweiss zu verändern, da es Fälle giebt, welche durch subkutane Sublimatinjektionen bis zum Gesammtverbrauche von nur 1 Gran Sublimat zur vollständigen Heilung, d. h. Verschwinden der vorhandenen Krankheitserscheinungen gebracht wurden. Man sollte meinen, dass dabei eine geringere Umsetzung des Eiweisses die Folge wäre, wie man es als Wirkung des Arsens angenommen hat.

Es wäre jedoch auch nicht unmöglich, dass das syphilitische Gift durch gewisse Medikamente zur Ausscheidung aus dem Körper gebracht würde, ja es liessen sich unter diesem Gesichtspunkte auch die verschiedenen gegen die Syphilis wirklich heilsamen Mittel und Prozeduren erklären. Es läge nicht ferne zu sagen, die Holztränke, die Salivationskuren, die Syphilisirung, die Derivantien, die Abführmittel, die Schwitzkuren etc. wirken wie das Quecksilber und das Jod dadurch, dass sie die normalen Ausscheidungen oder Zersetzungsprocesse steigern und damit zugleich auch die Ausscheidung oder Zersetzung des syphilitischen Giftes bewirken. Man hat ja oft genug Gelegenheit, syphilitische Kranke unter dem Ge-

brauche von Quecksilber und Jod herunterkommen zu sehen; es ist ferner die Erfahrung allgemein bekannt, dass Tuberkulöse Jod- und Quecksilberkuren gewöhnlich mit einer neuen Exacerbation ihres Lungenleidens büssen müssen; und wenn man die Beschreibungen der Quecksilber- und Jodcachexie liest und man begegnet jenen abgemagerten, zitternden Gespenstern der Bücher — dann erscheint die Vermuthung nicht ungerechtfertigt, dass hiebei eine tiefe Störung der Ernährung, entweder durch Entziehung von Stoffen oder durch intensive Zerstörung derselben stattfindet. Im letzteren Falle müsste man eine reichlichere Ausscheidung stickstoffhaltiger Zersetzungsprodukte erwarten.

Es war daher wohl von der Kenntniss des Eiweissumsatzes bei Einführung von Quecksilber oder Jod ein Entscheid in irgend einem Sinne zu erwarten.

Zu dem Zweck musste die Nahrung von bekannter gleicher Zusammensetzung sein, und sie musste auch den Körper, wenigstens so nahe als möglich, auf seiner Zusammensetzung erhalten, damit jede Aenderung im Verbrauche sich scharf ausdrückt.

Es bereitete einige Schwierigkeiten, eine möglichst leicht herzustellende Kost ausfindig zu machen, welche durch mehrere Wochen hindurch fortgegessen werden konnte. Ich schloss das Fleisch absichtlich aus, weil daraus die Herstellung eines Gerichtes mit bekanntem Stickstoffgehalt äusserst mühsam und im Spitale absolut nicht ausführbar gewesen wäre. Um aber doch eine genügende Menge Eiweiss zuzuführen, wurden Hühnereier gegeben.

Herr Dr. Franz Hoffmann hatte folgende Zusammensetzung des Eies als Mittel aus der Untersuchung von 30 Eiern gefunden. Ein ganzes Ei von 51.1 Gmm. Gewicht besteht aus:

Eiweiss	27.6 Gmm.	=	54.01 %
Dotter	17.4 „	=	34.05 „
Schale	6.1 „	=	11.94 „

54.01 Gmm. Eiereiweiss geben 7.631 Gmm. trockne Substanz mit 14.64 % Stickstoff; demnach enthalten 100 Gmm. frisches Ei mit Schale im Eiweiss 1.12 Gmm. Stickstoff.

In 34.05 Gmm. Dotter befinden sich 15.663 Gmm. feste Bestandtheile mit 5.19 % Stickstoff; 100 Gmm. frisches Ei enthält

somit im Dotter 0.81 Gmm. Stickstoff. In 100 Gmm. frischem Ei mit Schale befinden sich also im Ganzen 1.93 Gmm. Stickstoff.

Was die Zubereitung der Eier anbelangt, so wurden sie bald weich, bald hart gesotten gegessen, bald wurden sie mit erwärmter Butter zur Gerinnung gebracht, bald in die Suppe eingeschlagen.

Ferner wurde Milch, und zwar im Tag 1030 Gmm. mit 6.49 Stickstoff genossen.

Brod wurde, nachdem es von der Rinde befreit war, zu 450 Gmm. täglich verabreicht. Es war dies dasselbe Brod, aus Roggenmehl bereitet, dessen Stickstoff aus früheren Analysen bekannt war; 450 Gmm. davon enthielten 5.76 Gmm. Stickstoff.

Von Butter wurden täglich 100 Gmm. verbraucht, welche eine Eiweissmenge einschlossen, deren Stickstoffgehalt sich zu 0.11 Gmm. berechnete.

Ferner wurden im Tag 1025 Gmm. Bier consumirt, deren Stickstoff gleich 0.67 Gmm. zu setzen ist.

Beim ersten Versuche wurde von 5.0 Gmm. amerikanischem Fleischextrakte mit 0.59 Gmm. Stickstoff Mittags eine Suppe bereitet und dazu 300^{cc} Wasser verwendet. Im zweiten Versuche wurden 10 Gmm. Extrakt (= 1.18 Gmm. Stickstoff) in 350^{cc} Wasser gegeben.

Beim zweiten Versuche sah ich mich genöthigt, aus 3.5 Gmm. schwarzem Thee mit 550^{cc} Wasser ein Infusum zu bereiten, das höchstens 0.09 Gmm. Stickstoff enthielt und das mit 24.4 Gmm. Zucker getrunken wurde.

Ausserdem wurden zu den Speisen im ersten Falle täglich 8.75 Gmm. Kochsalz, im zweiten 10.0 Gmm. verbraucht.

Trinkwasser brauchte nicht eingenommen zu werden, da das Bier und die übrige flüssige Nahrung schon genügend Wasser enthielt. Im zweiten Versuche war die Menge des in den Speisen zugeführten Wassers um etwa 600 Gmm. grösser.

In jeder Versuchsreihe reichte ich Tag für Tag die nämliche Quantität der genannten Nahrungsmittel dar; eine Ausnahme davon machten nur die Eier, welche, da ich der Einfachheit halber 4 Stück nahm, in ihrem Gewichte nicht unbedeutend differirten (180.4 bis 217.7 Gmm.). Auch an den 2 ersten Tagen des ersten Versuches

war die Nahrung nicht ganz die gleiche, weil diese Tage als Vorbereitungs- und Prüfungstage der Methode angesehen wurden.

Die Speisen waren nun folgender Massen auf den Tag vertheilt:

In Versuch I:

Morgens 7h 15m	515 Milch 100 Butter
Mittags 11h 30m	300 Fleischextraktsuppe 4 Stück Eier 1025 Bier
Abends 7h	515 Milch
Für den ganzen Tag . .	450 Brod 8.75 Kochsalz.

In Versuch II:

Morgens 8h 15m	515 Milch 100 Butter
Mittags 12h	350 Fleischextraktsuppe 2 Stück Eier 512 Bier
Nachmittags 3h	515 Milch
Abends 6h	2 Stück Eier 550 Thee 24.4 Zucker 512 Bier
Für den ganzen Tag . .	450 Brod 10.0 Kochsalz.

Beim ersten Versuche begann täglich die Versuchszeit Morgens 7 Uhr und endete 24 Stunden darauf; im zweiten Versuche fiel der Beginn auf 8 Uhr Morgens. Während dieser Zeit wurden sorgfältigst Harn und Koth gesammelt. Vor Beginn eines neuen Versuchstags wurde der Harn möglichst aus der Blase entleert und dann der 24stündige Harn gemessen und nach dem von Liebig angegebenen Titrirverfahren die Harnstoffmenge, d. i. der Stickstoff, bestimmt. Die Patienten wurden angehalten, den Koth zu bestimmter Stunde täglich zu entleeren; derselbe wurde frisch gewogen und eine Portion davon zur Trocken- und Stickstoffbestimmung weggenommen.

Sämmtliche Arbeiten, die Bereitung der Nahrung, das Abwiegen derselben, die chemischen Analysen habe ich selbst gemacht und kann daher für die Richtigkeit jeder einzelnen Zahl einstehen. Es war mir möglich, für meine Versuchsobjekte eigene verschliessbare Zimmer zu bekommen, zu denen der Zutritt nur mir gestattet war; in dem ersten Falle glaubte der Patient eine Extrakur durchzu-

machen und befolgte desshalb genau alle gegebenen Verordnungen; im zweiten Falle brachte Intelligenz und eigenes Interesse die pünktlichste Erfüllung aller Anordnungen zu Stande.

Ich muss hier noch erwähnen, dass die Hindernisse, welche derartigen Untersuchungen in einem städtischen Krankenhause im Wege stehen, nur durch die Liberalität meines hochverehrten Lehrers und Chefs, des Herrn Professors Dr. Lindwurm und durch die aufopfernde Freundlichkeit des Herrn Professors Dr. Voit, in dessen Laboratorium sämmtliche chemische Arbeiten gemacht wurden und der sie controlirte, überwunden werden konnten.

Versuch I. Wirkung des Quecksilbers.

J. R., 44 Jahre alt, Packträger, suchte am 7. Oktober 1868 Hülfe im Krankenhause in München. Derselbe gab an, seit drei Monaten angesteckt zu sein.

Es fand sich in der Fossa coronaria glandis eine Induration, welche theilweise der Eichel, theilweise der Vorhaut angehörte. Auf der Haut des Penis, am Skrotum und am Mittelfleische bis zum After hin war eine ziemliche Anzahl breiter Condylome vorhanden. In beiden Inguinalgegenden lagen mehrere indolente geschwellte Lymphdrüsen. Andere Erscheinungen der Syphilis fehlten. Patient war zum ersten Male syphilitisch erkrankt und seit der Ansteckung nicht behandelt worden.

So war der Status praesens am 10. Oktober, an welchem Tage die Zufuhr der gleichmässigen Nahrung begann. Als die Harnstoffausscheidung während 3 Tagen nahezu die gleiche blieb, wurde am 15. Oktober bei unverändertem Krankheitszustande die erste Einreibung von grauer Quecksilbersalbe gemacht.[1]) Am 20. Oktober trat Salivation ein und am 22. Oktober wurde die achte und letzte Inunktion gemacht, da weitere Einreibungen wegen Hochgradigkeit des Speichelflusses nicht mehr stattfinden konnten. Es waren deren auch für unsern Zweck genug gemacht worden, denn wenn das aufgenommene Quecksilber der Art auf den Organismus wirkt, dass Salivation eintritt, so ist der Schluss gerechtfertigt, dass auch ein Einfluss desselben auf den Eiweissumsatz zur Wahrnehmung kom-

1) Täglich wurde eine Drachme grauer Salbe 20 Minuten lang eingerieben.

men muss. Am 23. Oktober waren nun auch die Condylome ohne jede lokale Behandlung fast gänzlich verschwunden und die Induration kleiner geworden. Nachdem die Salivation aufgehört, wurden noch Pillen von Protojoduretum Hydrargyri verordnet und der Mann am 29. Oktober vollständig geheilt entlassen.

Ich stelle nun die während des Versuchs erhaltenen Zahlen zusammen.

1) Einnahmen:

Datum 1868 October	Eier		Brod		Milch		Fleischextrakt		Butter		Bier		Wasser	Kochsalz
	frisch	N	frisch	N	frisch	N	frisch	N	frisch	N	frisch	N		
10.	180.4	3.48	388	4.96	1030	6.49	3.5	0.409	100	0.11	1025	0.67	300	8.30
11.	190.5	3.68	403	5.17	1030	6.49	5.2	0.611	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
12.	182.4	3.52	450	5.76	1030	6.49	5.1	0.598	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
13.	212.1	4.09	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
14.	192.6	3.72	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
15.	192.2	3.74	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
16.	199.5	3.85	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
17.	203.7	3.93	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
18.	216.8	4.17	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
19.	200.0	3.86	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
20.	198.4	3.83	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
21.	217.7	4.20	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
22.	200.7	3.87	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
23.	201.8	3.89	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
24.	212.7	4.10	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75
25.	211.1	4.07	450	5.76	1030	6.49	5.0	0.584	100	0.11	1025	0.67	300	8.75

2) Ausgaben:

Datum 1868 October	Harn in c. c.	spec. Gew. d. Harn	Harnstoff	N im Harn	Koth		N im Koth	Wärmehöhe °C	Bemerkungen
					frisch	trock.			
10.	1470	1012	26.7	12.4	0	0	0	—	Uebergangstag.
11.	1350	1019	30.7	14.3	234.8	58.7	3.1	—	„
12.	1435	1019	31.3	14.6	128.7	31.2	1.6	—	—[1]
13.	2110	1014	34.5	16.1	198.1	42.6	2.5	—	—
14.	1855	1015	32.0	14.9	97.5	23.9	2.6	—	—
15.	1830	1015	34.9	16.3	177.5	43.7	2.3	37.4	erste Einreibung.
16.	1710	1015	35.0	16.3	285.6	45.5	2.5	37.5	weicher Koth.
17.	1820	1015	33.9	15.8	280.0	55.8	3.1	37.5	weicher Koth.
18.	1550	1017	33.1	15.4	301.8	67.6	3.7	37.4	etwas Diarrhoe.
19.	1810	1015	35.4	16.5	173.1	35.3	2.0	37.4	—
20.	1940	1016	37.0	17.3	148.1	35.4	2.0	37.7	Beginn d. Salivation.
21.	1700	1016	35.5	16.6	103.7	26.6	1.5	38.4	—
22.	1350	1020	33.1	15.5	283.1	65.0	3.6	38.2	weicher Koth.
23.	1110	1025	32.3	15.1	265.6	54.2	3.0	38.4	Saliv. nimmt zu, w. K.
24.	1110	1025	33.3	15.5	225.0	43.7	2.4	38.1	Einreib. sistirt, w. K.
25.	1030	1024	32.8	15.3	213.7	46.8	2.6	38.0	weicher Koth.

1) In 100 trockenem Koth vor der Einreibung befanden sich 5.28% Stickstoff, während der Einreibung 5.52%; im Tag wurden im Mittel 2.5 Grmm. Stickstoff im Koth ausgeschieden.

3) Stickstoffbilanz.

Datum 1868 October	in den Einnahmen	in den Ausgaben
10.	16.1	12.4
11.	16.7	17.4
12.	17.1	16.3
13.	17.7	18.6
14.	17.3	17.5
15.	17.3	18.6
16.	17.5	18.8
17.	17.5	18.9
18.	17.8	19.2
19.	17.5	18.5
20.	17.4	19.2
21.	17.8	18.0
22.	17.5	19.0
23.	17.5	18.0
24.	17.7	17.9
25.	17.7	17.9

Wer einen Blick auf die vorstehenden Zahlen wirft, sieht, dass unter dem Einflusse des Quecksilbers in keinem der Ausgabeposten eine wesentliche Aenderung eintritt, namentlich ist die Ausscheidung des Stickstoffs die gleiche wie vorher.

Vor der Einreibung befand sich der Körper mit dem Stickstoff der Nahrung im Gleichgewicht; vom 12. bis 15. Oktober empfing er 52.1 Stickstoff und entfernte im Harn und Koth 52.4 Stickstoff, was ein Plus von 0.5 $^0/_0$ ist, das natürlich in den Fehlergrenzen liegt.

Während der Periode der Applikation des Arzneimittels enthielt die Nahrung 193.2 Stickstoff, die Exkrete 204.0 Stickstoff, d. h. es wurden 5.6 $^0/_0$ Stickstoff mehr abgegeben, als zugeführt worden waren. Dieses Plus ist ganz unwesentlich und beruht zum Theil auf Fehlern der Methode, zum Theil vielleicht auf den Diarrhöen, die mehr stickstoffhaltige Stoffe dem Körper entführten.

Obwohl bei der Salivation grosse Mengen von Speichel abgiengen, so wurde dadurch doch eine kaum nennenswerthe Quantität von Stickstoff entführt. Der an einem Tag entleerte trockene Speichel, der ziemlich viel chlorsaures Kali enthielt, welches dem Mundwasser des Patienten beigegeben war, wog 10.354 Grmm. und gab bei 2.43 $^0/_0$ 0.293 Grmm. Stickstoff.

Es wurde auch zwei Mal die Harnsäure im Harn bestimmt; am 14. Oktober, als vor der Anwendung des Arzneimittels das Stickstoffgleichgewicht erreicht war, betrug die Menge derselben 0.406 Grmm., am 22. Oktober, dem letzten Inunktionstage, 0.394 Grmm. Es wird also auch die Harnsäureausscheidung durch den Gebrauch des Quecksilbers nicht geändert.

Als Nebenbeobachtung führe ich noch an, dass die Temperaturhöhe im Mastdarm des Patienten in den Tagen bis zum Eintritte des Speichelflusses 37.4—37.5 °C betrug, mit dem Eintritte der Salivation 38 °C erreichte, bis auf 38.4 ° während des Bestehens derselben stieg und erst wieder mit der Besserung desselben abnahm. Diese Temperaturerhöhung kann nicht als eine direkte Folgeerscheinung des Quecksilbers gedeutet werden, da die ersten 6 Tage bei Anwendung der grauen Salbe eine derartige Steigerung nicht zu beobachten war und letztere mit dem Auftreten des Speichelflusses zusammenfiel.

Das Hauptresultat des Versuches ist die völlige Ausscheidung des Stickstoffs im Harn und Koth und die Nichtänderung der Eiweisszersetzung unter dem Einflusse des Quecksilbers.

Versuch II. Wirkung des Jods.

S. S., 21 Jahre alt, Student, wurde am 29. Januar 1869 in's Spital aufgenommen. Er gab an, im Juni 1868 inficirt und seither homöopathisch behandelt worden zu sein; im Oktober habe er Knochenschmerzen in den Tibien und Halsbeschwerden bekommen nebst einem makulösen Exanthem.

Der Status bei der Aufnahme war folgender. Angeborne Phimosis; in beiden Inguinalgegenden grosse indolente Lymphdrüsen, ebenso zu beiden Seiten des Halses und am Hinterhaupte. An der Oberlippe zwei kleine Plaques muqueuses; hypertrophirte Tonsillen, an beiden vorderen Gaumenbögen sind deutliche Plaques sichtbar. Nebenbei fand sich sehr hochgradige Skabies.

Patient ist schmächtig, hat einen schmalen Thorax und sieht schlecht genährt aus.

Vor Allem wurde die Skabies durch Einreibungen mit der Helmrich'schen Salbe behandelt. Die Haut des Kranken war in Folge der weitausgebreiteten Skabies, des durch dieselbe bedingten Kratzens und durch die Einwirkungen von Seifen, Salben und Bädern ekzematös erkrankt. Dieser Umstand liess eine Inunktionskur von vorne herein als nicht zulässig erscheinen; es wurde daher Jod gegeben und zwar in der Form von Jodwasserstoffsäure, welche Liebig neuerdings so sehr empfohlen hatte. Das Präparat wurde in der Krankenhausapotheke bereitet und zwar durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in eine wässrige Jodlösung, wobei sich unter Bildung von Jodwasserstoffsäure Schwefel abschied; letzterer wurde abfiltrirt, der im Filtrat enthaltene Schwefelwasserstoff durch Erwärmen ausgetrieben und dann die Flüssigkeit so weit verdünnt, dass das Präparat genau 10 % wasserfreie Jodwasserstoffsäure enthielt. In dieser Flüssigkeit wurden täglich 24 Gran = 1.5 Gramm wasserfreie Jodwasserstoffsäure mit 1.49 reinem Jod aufgenommen. Das Jod konnte in grosser Menge im Harn nachgewiesen werden.

Am 2. Februar war die Skabies geheilt. Am 3. Februar begann der Versuch und es währte fünf Tage, bis die Grösse der Harnstoffausscheidung constant blieb. Am 10. Februar wurde zum ersten Male die Jodwasserstoffsäure gegeben und deren Gebrauch bis zum 15. Februar fortgesetzt.

Die Plaques an der Oberlippe waren zu dieser Zeit verschwunden, die im Rachen jedoch noch vorhanden. Der Patient zeigte ein volleres Gesicht und ein entschieden besseres Aussehen.

Am 15. Februar wurde die Operation der Phimosis vorgenommen; dabei wurde die Stickstoffausscheidung noch weiter eruirt, weniger um die Nachwirkung des Jods zu verfolgen, als vielmehr um zu sehen, ob nicht beim Eintritt von Fiebererscheinungen nach der Operation die Harnstoffmenge sich ändert; es erfolgte jedoch kein ausgesprochenes Fieber, wesshalb das Resultat kein entscheidendes war.

Am 8. März verliess der Patient völlig hergestellt das Spital.

Die Ergebnisse des Versuchs sind nun folgende.

1) Einnahmen:

Datum 1869 Febr.	Eier frisch	N	Brod frisch	N	Milch frisch	N	Fleischextrakt frisch	N	Butter frisch	N	Bier frisch	N	Thee frisch	N	Zucker	Wasser	Kochsalz
3.	171.9	3.47	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
4.	172.2	3.48	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
5.	176.9	3.57	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
6.	162.8	3.29	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
7.	176.2	3.56	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
8.	209.6	4.23	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
9.	195.5	3.95	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
10.	166.0	3.35	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
11.	188.0	3.80	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
12.	214.2	4.33	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
13.	200.8	4.06	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
14.	195.3	3.94	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10
15.	214.0	4.32	450	5.76	1030	6.49	10	1.19	100	0.11	1025	0.67	35	0.09	24.4	900	10

2) Ausgaben:

Datum 1869 Febr.	Harn in c. c.	Spec. Gew. d. Harns	Harnstoff	N im Harn	Koth frisch	Koth trock.	N im Koth	Bemerkungen
3.	1170	1026	46.3	21.6	—	—	—	Uebergangstag.
4.	1200	1020	31.9	14.9	—	—	—	—[1]
5.	1450	1015	30.0	14.0	416.7	64.7	2.88	—
6.	840	1026	27.2	12.7	—	—	—	Nachts starken Schweiss.
7.	1250	1019	30.9	14.4	49.6	14.1	0.63	—
8.	1480	1016	30.6	14.3	228.7	51.3	2.29	—
9.	1170	1020	30.0	14.0	75.0	18.7	0.75	—
10.	1260	1020	30.6	14.3	143.1	38.6	1.96	—
11.	1535	1014	29.7	13.9	188.2	42.9	2.17	—
12.	1650	1014	29.0	13.5	175.6	44.2	2.24	—
13.	1460	1017	28.9	13.5	—	—	—	—
14.	1740	1014	30.5	14.2	212.4	56.6	2.95	—
15.	1950	1015	33.3	15.6	143.7	50.2	2.54	Phimosisoperat., gering. Fieber

3) Stickstoffbilanz:

Datum Febr. 1869	in den Einnahmen	in den Ausgaben
3.	17.8	22.6
4.	17.8	15.8
5.	18.1	14.9
6.	17.6	13.6
7.	17.9	15.4
8.	18.5	15.2
9.	18.3	14.9
10.	17.7	16.3
11.	18.1	15.8
12.	18.6	15.5
13.	18.4	15.5
14.	18.2	16.2
15.	18.6	17.5

1) In 100 trockenem Koth vor dem Gebrauch der Jodwasserstoffsäure fanden sich 4.46 % Stickstoff, während des Gebrauchs 5.08 %; im Tag wurden im Mittel 1.4 Grm. Stickstoff im Koth ausgeschieden.

Der vorliegende Fall zeigt, was die Harnstoffausscheidung betrifft, wichtige Abweichungen vom ersten Versuche. Man ersieht aus der Tabelle der Einnahmen, dass der Mann etwas grössere Stickstoffmengen einführte, als der Kranke im Versuche I, da er im Thee 0.09 Gmm. erhielt und im Fleischextrakt 0.58 Gmm. Stickstoff mehr verzehrte. Da er ausserdem 1.25 Kochsalz und 600^{cc} Wasser mehr aufnahm, so hätte dies Alles im Vergleiche zum ersten Versuche höhere Harnstoffzahlen erwarten lassen. Nichtsdestoweniger stehen die Harnstoffmengen im zweiten Versuche nicht unbeträchtlich gegen die im ersten zurück.

Man könnte die geringere Harnstoffausfuhr aus einer unvollständigen Verdauung der Speisen im Darm ableiten wollen; dies ist aber nicht der Fall, denn der Patient zeigte durchaus keine Verdauungsstörung, sein Appetit war ausgezeichnet und im Koth befand sich vor Allem nicht mehr, sondern weniger Stickstoff als im ersten Falle.

Man muss also annehmen, dass der Patient an Körpergewicht zugenommen und dass er Fleisch angesetzt hat. Es ist leicht zu zeigen, dass dem so ist. Der Mann wog am 7. Februar Morgens 8 Uhr nach der Entleerung von Harn und Koth 54.32 Kilo, am 15. Februar hatte er unter ganz denselben Verhältnissen ein Gewicht von 55.72 Kilo, er hatte also in 8 Tagen um 1.4 Kilo an Gewicht zugenommen. Ein solcher Ansatz ist nicht zu verwundern, wenn man bedenkt, dass die Versuchsperson Nr. 1 ein kräftiger, breit gebauter Arbeiter, dessen Körpergewicht ich leider zu bestimmen unterlassen habe, mit der nämlichen Kost auf dem Stickstoffgleichgewichte bleiben konnte. Die Versuchsperson Nr. 2, ein schmächtiger, schlecht genährter junger Mann, der ganz bestimmt viel weniger wog, als der erste, musste also bei der gleichen Nahrung Substanz ansetzen.

Dieser Fleischansatz geht nun auch aus der Stickstoffbilanz hervor. Vom 4. bis 10. Februar war vor der Anwendung des Jodpräparates die Harnstoffausscheidung täglich nahezu die nämliche, nur der 6. Februar macht eine Ausnahme; an diesem Tage betrug die Harnstoffmenge um 3.5 Gmm. weniger, woran vielleicht der in der Nacht aufgetretene starke Schweiss, der auch die Harnmenge

bedeutend herabdrückte, die Schuld trägt. Es wurden in den 6 Tagen 108.2 Gmm. Stickstoff zugeführt und 89.8 Gmm. Stickstoff abgegeben, also 18.4 Gmm. Stickstoff aufgespeichert.

Nachdem sich während der drei letzten Tage (7—10. Febr.) die Quantität des Harnstoffs kaum geändert hatte, begann vom 10. Februar an die Zufuhr des Jods. Die Harnstoffausgabe war dabei in den folgenden Tagen so gleichmässig und so sehr mit der der vorausgehenden Tage übereinstimmend, dass es keiner weiteren Auseinandersetzung mehr bedarf. Nur der letzte Versuchstag (15. Febr.) macht hievon eine Ausnahme, indem er eine Zunahme von 3 Gmm. Harnstoff zeigt; an diesem Tage wurde an dem Patienten die Circumcisio des zur Phimosis verengten Präputiums vorgenommen und derselbe zu diesem Behufe chloroformirt; der Blutverlust war gleich Null; der Kranke erholte sich sehr rasch, verzehrte seine bisherige Nahrung vollständig, wiewohl mit einiger Selbstüberwindung; die Frequenz des Pulses übertraf den ganzen Tag hindurch die gewöhnliche um 12—14 Schläge in der Minute, eine wesentliche Temperaturerhöhung war jedoch nicht vorhanden. Es ist wohl möglich, dass die geringe Steigerung der Harnstoffausscheidung von den schwachen Fiebererscheinungen bedingt war. In den 6 Tagen mit der Jodbehandlung betrug die Stickstoffeinnahme 109.6 Gmm., die Stickstoffausgabe 96.8 Gmm., so dass 12.8 Gmm. Stickstoff angesetzt wurden.

Die Stickstoffaufnahme übersteigt in den 12 Versuchstagen die Ausgabe um 31.2 Gmm., welche 918 Gmm. frischem Fleisch entsprechen. Dieser Ansatz ist leicht möglich, da der Mann in 8 Tagen um 1400 Gmm. an Gewicht zunahm, also noch genug für einen Ansatz von Fett oder Wasser übrig bleibt.

Was unsere Hauptfrage betrifft, so zeigt der Versuch, dass die Zuführung von Jod keinen wesentlichen Einfluss auf den Zerfall des Eiweisses im Körper hat. Diese Beobachtung steht allerdings in Widerspruch mit der von Rabuteau[1]) kürzlich veröffentlichten. Derselbe führte eine möglichst gleichmässige Lebensweise und nahm dann 8 Tage hindurch täglich 1 Gmm. Jodkalium oder Jodnatrium

1) Rabuteau, Gaz. hebdom. 1869. Nr. 9. p. 133.

zu sich; während vorher 21—24 Gmm. Harnstoff erschienen, kamen unter dem Einflusse des Jods 13—19 Gmm. Ich habe darauf nur zu entgegnen, dass die Franzosen, was die Verfolgung des Stoffumsatzes betrifft, noch auf dem Standpunkte sich befinden, den wir vor 10 Jahren einnahmen; sie ahnen noch nicht, wie sehr die Stickstoffausscheidung von der Zufuhr abhängig ist und wie ängstlich man verfahren muss, um eine wirklich gleichmässige Lebensweise in dieser Beziehung zu führen.

Das Quecksilber und das Jod wirken also nicht heilend, indem sie das syphilitische Gift durch einen vermehrten Eiweissumsatz mit zur Ausscheidung bringen. Die Thatsache, dass die Gegenwart der beiden Arzneimittel gar keine Aenderung in dem Umsatz des Eiweisses nach sich zieht, scheint anfangs auffallend, man sieht ja unter ihrem Einflusse den Körper abmagern oder bestimmte Organe kleiner werden. Wenn man sich jedoch die Sache näher überlegt, so sieht man ein, dass bei einer Verstärkung des Eiweissverbrauchs das Quecksilber und Jod nicht anders wirken würden, als etwas mehr Eiweiss in der Nahrung.

Nach den Auseinandersetzungen von Voit zersetzt sich ein grosser Theil des Vorraths des circulirenden Eiweisses; da nun Quecksilber und Jod den Umsatz nicht berühren, so können sie auch auf das Circulationseiweiss von keiner Einwirkung sein. Dennoch sind die Wirkungen beider Metalle auf den Körper nicht abzuleugnen, sie müssen daher auf das in den organisirten Formen befindliche Eiweiss wirken. Dieses kann in der That grossen Aenderungen unterliegen, ohne dass man es im Umsatze merkte; ein und derselbe Organismus zerstört z. B. bei den verschiedensten Mengen von Organeiweiss dieselbe Quantität von Eiweiss, wenn nur die des Circulationseiweisses die nämliche bleibt; Voit hat beobachtet, dass ein Hund, der mit 1500 Fleisch im Gleichgewicht sich befunden und dann während langen Hungerns sehr viel Eiweiss von seinen Organen verloren hatte, bei abermaliger Fütterung mit 1500 Fleisch nur sehr wenig Fleisch ansetzte und trotz der viel geringern Menge von Organeiweiss alsbald wieder soviel umsetzte wie vorher, da

vom Circulationseiweiss 80 % unter die Bedingungen der Zersetzung kommen, vom Organeiweiss aber nur 0.8 % in Circulation gerathen. So kann der Körper gewisse Aenderungen am Organeiweiss erleiden, ohne dass man es gerade in der Umsetzung wahrnimmt; man meint immer, jede Wirkung auf den Körper müsste sich auch im Stoffwechsel ausdrücken; dies ist eine ganz falsche Ansicht und der gleiche Umsatz bei dem verschiedensten Körperzustand giebt den besten Beleg dafür ab.

Würden Quecksilber und Jod sich zu dem circulirenden Eiweiss gesellen, so würden sie in wenigen Tagen wieder aus dem Körper entfernt sein; dass sie, namentlich das Quecksilber, so lange darin verweilen, zeigt uns ihre Verbindung mit dem weit stabileren Organeiweiss. Sie vermögen an diesem sehr wohl Veränderungen hervorzubringen, welche gewisse andere Vorgänge, z. B. Bildungen neuer Zellen, oder manche pathologische Prozesse unmöglich machen, ohne dass im Mindesten der Eiweissumsatz dabei sich betheiligt. Wir sehen bei Gegenwart von Quecksilber oder Jod Drüsen an Masse abnehmen, Condylome etc. verschwinden; dies sind alles organisirte Formen, die zu Grunde gehen oder ihre Eigenschaften ändern können, ohne den Gesammtumsatz wesentlich zu alteriren. Sowie Thiersch durch Injektion einer sehr verdünnten Lösung von salpetersaurem Silber die zelligen Elemente von Neubildungen in ihren Eigenthümlichkeiten veränderte und sie so zur weiteren Thätigkeit und Fortpflanzung untauglich machte, so kann man sich auch den Einfluss des Quecksilbers und Jods auf die organisirten Theile des Körpers vorstellen, wodurch die weitere Wirkung des Giftes aufgehoben wird.

Die Querlinien der Muskelfasern in physiologischer Hinsicht.

Von

Dr. W. Krause, Professor in Göttingen.

(Mit 2 Kupfertafeln No. I u. II.)

An den quergestreiften Muskelfasern sieht man in der Längsansicht alternirende dunkle und helle Querbänder. Die ersteren sind anisotrop, stärker lichtbrechend, sie enthalten die Muskelprismen oder sarcous elements. Die letzteren sind schwächer lichtbrechend und isotrop. Jede aus isotroper Substanz bestehende Scheibe, als deren Ausdruck in der Längsansicht der Muskelfaser ein helles Querband erscheint, wird durch eine quergespannte Membran in zwei gleiche Hälften getheilt. Die Membran heisst Grundmembran eines Muskelfaches, sie ist mit ihren Seitenrändern fest an das Sarcolem geheftet und kann unter Umständen Querrunzeln des letzteren, resp. Einkerbungen in der Profilansicht bedingen. Als optischer Ausdruck der genannten Grundmembranen sieht man in der Längsansicht der Muskelfasern zarte dunkle Querlinien, welche die isotrope Substanz der hellen Querbänder halbiren. Trotzdem die Substanz der Querlinien ebenfalls anisotrop ist, erscheint es gerechtfertigt, die aus Muskelprismen zusammengesetzte Substanz der dunkeln Querbänder als die anisotrope Substanz schlechtweg zu bezeichnen, wie es im Folgenden geschehen soll. Die Querlinien sehen bei stärkeren Vergrösserungen etwas rauh oder granulirt aus, was vom Ansatz der Seitenmembranen der Muskelkästchen an dieselben abhängt. Jedes Muskelfach wird nämlich in so viele Muskelkästchen getheilt, als zarte Längsstreifen an der mit Wasser be-

handelten Muskelfaser vorhanden sind, oder als polygonale Felder auf dem Querschnitt der frischen, ohne Zusatz untersuchten Muskelfaser erscheinen, welche ein Mosaik bilden. Sowohl jene Längsstreifen als dieses Mosaik sind der optische Ausdruck von in der Längsrichtung der Muskelfaser verlaufenden, gegen verdünnte Säuren resistenten Membranen, die deshalb als Seitenmembranen der Muskelkästchen bezeichnet wurden, weil sie letztere an deren Längsseiten parallel dem Sarcolem begrenzen.

Die erwähnten Thatsachen sind die hier vorzugsweise in Betracht kommenden; dieselben sowie andere wurden in einer Anfang Juni 1869 erschienenen Monographie [1]) ausführlich mitgetheilt und durch Abbildungen sowie literarische Nachweisungen erläutert. Ein Auszug [2]) aus den desfallsigen in Betreff der Wirbelthiere abgeschlossenen Untersuchungen erschien dagegen schon Ende August 1868.

Zwei Monate nach dieser ersten Mittheilung wurden Separatabdrücke einer Arbeit von Hensen [3]) versendet (Ende October 1868); in den Buchhandel ist dieselbe noch nicht gekommen. Hensen behauptete, dass die dunklen aus anisotroper Substanz bestehenden Querbänder jedes von einer dunklen Linie (Mittelscheibe) halbirt würden. In einer folgenden Mittheilung [4]) erläuterte ich vorläufig, wie dieser Irrthum zu Stande gekommen sein wird.

Dann glaubte Heppner [5]) nachgewiesen zu haben, dass die Querlinien aus isotroper Substanz beständen und die Beschreibungen der bisher sogenannten isotropen Substanz einer optischen Täuschung ihre Entstehung verdankten. Heppner bildete die Querlinien ebenfalls die helle isotrope Substanz halbirend ab, glaubte aber, dass sie bei schiefer Beleuchtung oder am Rande des Gesichtsfeldes in den dunklen Querbändern wahrgenommen werden könnten. Was das Historische betrifft, so bemerkte Heppner (l. c. S. 143), die

1) W. Krause, die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. Hannover 1869.

2) W. Krause, Göttinger Nachrichten 1868 No. 17. Zeitschr. f. ration. Medicin 1868 Bd. XXXIII S. 265.

3) Arbeiten des Kieler physiol. Instituts.

4) Zeitschr. f. ration. Medicin 1868 Bd. XXXIV S. 111.

5) Arch. f. mikrosk. Anatomie 1869 Bd. V S. 137.

Querlinien seien früher unbekannt gewesen, während G. Wagener[1]) angab, man habe sie an den Muskelfasern von Wirbellosen bereits beobachtet.

Die Querlinien haben mithin insofern zu widersprechenden Aufstellungen Veranlassung gegeben, als Hensen seine Mittelscheibe in die anisotrope Substanz verlegte und Heppner die Querlinien für isotrope Substanz ansprach, die bisher als isotrope Substanz gedeuteten hellen Querbänder aber für einen rein optischen Effect erklärte.

Es ist nicht ganz verständlich, wie bei einer so einfachen und jeden Augenblick zu controlirenden Sache Zweifel an der Richtigkeit meiner ursprünglichen Beschreibung entstehen konnten. Trotzdem das Mikroskop Jedem sofort den besten Aufschluss zu geben vermag und Vielen wohl ohne Zweifel längst gegeben hat, soll hier doch nicht unterlassen werden, die Hauptpunkte noch durch Abbildungen zu erläutern. Für diese Untersuchungen sind 6—700fache Vergrösserungen vollkommen ausreichend; bei den Abbildungen jedoch war es durch günstige Umstände möglich, bis auf 1800fache Vergrösserung zu gehen, wobei manche Verhältnisse in der Zeichnung deutlicher hervortreten.

Was die Insecten anlangt, so benützt man am einfachsten die den Oberschenkel bewegenden Muskeln von Sarcophaga carnaria oder einer anderen grösseren Fliege; im Uebrigen ist die Wahl des Objects ziemlich gleichgültig, wenn man nicht gar zu wenig Muskelfasern, die leicht vertrocknen, zur Verfügung hat.

Es handelt sich zunächst um lebende, nicht contrahirte, cylindrische, ohne jeden Zusatz zu untersuchende Muskelfasern. Zugleich wird vorausgesetzt, dass gewöhnliche Beleuchtung angewendet sei, das Centrum des Gesichtsfeldes und nur genau horizontal liegende Muskelfasern benutzt worden. Letzteres erkennt man an dem geradlinigen und parallelen Verlauf sämmtlicher Querstreifen bei derselben Focusstellung. Am Rande des Gesichtsfeldes können Verschiebungen aus früher[2]) schon erörterten Gründen vorkommen. Der Focus sei so eingestellt, dass die cylindrische Muskelfaser ihrer Länge nach

1) Die Entwicklung der Muskelfaser. Mit 3 Tafeln. 1869. S. 5.
2) Die motorischen Endplatten etc. S. 191.

halbirt werde, so dass das Sarcolem vollkommen scharf und die Faser so breit als möglich erscheint.

Unter diesen Umständen erhält man bei den Insecten constant Bilder, wie sie von Hensen,[1]) Heppner[2]) und mir[3]) übereinstimmend abgebildet wurden. Die Abbildung Hensens wird hier (Taf. I Fig. 4) reproducirt; sie bezieht sich auf einen Krebs (Mysis), dessen Muskelfasern wohl eine etwas geringere Dicke der Scheiben von anisotroper Substanz besitzen, im Uebrigen stimmt sie mit der Abbildung von Heppner und der hier gegebenen (Taf. I Fig. 1 A) bis auf die geringere Vergrösserung vollkommen überein, ebenso wie die beiden letztgenannten Figuren unter sich.

Dieses absolut identische Bild ist nun verschieden gedeutet worden. Der von mir gewählten Terminologie zufolge hat Hensen die hellen aus isotroper Substanz bestehenden Querbänder sammt der Querlinie *Q* als anisotrope Substanz incl. Mittelscheibe gedeutet. Heppner dagegen erklärt die Querlinie *Q* für die isotrope Substanz und die hellen Querbänder als optische Erscheinung.

Dem entsprechend schreibt Hensen seiner Zwischensubstanz, die in Wahrheit anisotrope Substanz ist, eine bedeutende Dicke zu, während die Dicke von Hensen's anisotroper Substanz nicht grösser sein soll, als bei den Wirbelthier-Muskelfasern, nämlich 0,002 bis 0,0027 Mm. Diese Angabe war, wie man sofort einsieht, nur möglich, indem Hensen die isotrope und anisotrope Substanz bei Wirbellosen mit einander verwechselte. Wie diese Verwechslung zu Stande kam, erklärt sich sehr leicht, sobald man auf anderweitige Erscheinungsweisen der Querlinien achtet. Setzt man einfach destillirtes Wasser zu, oder betrachtet man etwas contrahirte Muskelfasern, welche Querrunzeln des Sarcolems zeigen, so erscheinen die Querlinien resp. Querrunzeln viel auffallender als die anisotrope Substanz (Taf. I Fig. 5). Diesem trügerischen Bild verdankt wahrscheinlich der ganze Irrthum Hensen's seine Entstehung. Eine Betrachtung der Fig. 5 genügt auch (vom Polarisationsapparat

1) l. c. Taf. I Fig. 4.

2) l. c. Taf. IX, im mittleren Theil der Figur, von Hydrophilus.

3) Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern. S. 40 Fig. 17.

ganz abgesehen), um den Fehler darzuthun, in welchen Heppner verfallen ist, wenn er die Querlinien als isotrope Substanz (Zwischensubstanz) ansprach, da man nicht einzusehen vermag, wie dieses Bild aus dem behaupteten optischen Effect erklärt werden könnte. Wie die anisotrope Substanz schon durch Wasser etwas erblasst, so ist dies in viel deutlicherem Grade der Fall nach Einwirkung verdünnter (3%) Essigsäure. Lässt man solche dem ganz frischen ohne Zusatz untersuchten mikroskopischen Präparate zufliessen, so treten die Querlinien mehr und mehr hervor (Taf. I Fig. 7 A). Zuletzt erscheinen sie als einzige Ursache der Querstreifung, während die anisotrope Substanz mit der isotropen zu einer gleichartigen hellen Masse zusammenfliesst. Dieser Fundamentalversuch, der an jeder Insecten- (und Säugethier-) Muskelfaser ohne Weiteres gelingt, ist für sich allein geeignet, alle gegentheiligen Anschauungen zu widerlegen. Obgleich bereits in meiner ersten Mittheilung über die Querlinien darauf hingewiesen wurde, haben Hensen und Heppner doch versäumt, ihn anzustellen. Dadurch würde dann auch die Unhaltbarkeit der besprochenen Deductionen sofort eingeleuchtet haben. Uebrigens dürfte dabei zu berücksichtigen sein, dass die anzuwendenden Concentrationen der verdünnten Säuren (oder Alkalien) damals noch nicht mitgetheilt waren. Wie schon anderweitig[1]) auseinandergesetzt wurde, zerstören verdünntere wie concentrirtere Säuren etc. (aber aus verschiedenen Gründen) jede Querstreifung; nur bei bestimmten Concentrationen bleiben die Querlinien erhalten, während die dunklen Querbänder verschwinden. Am einfachsten nimmt man den schon empfohlenen gewöhnlichen Essig; man kann auch 3—10procentige Lösungen chemisch reiner Essigsäure benutzen.

Bei dem erwähnten Experiment mit Essigsäure ist es nöthig, solche Muskelfasern zu vermeiden, die zufällig nicht genau horizontal liegen. An denselben zeigt sich nämlich eine scheinbar etwas bedeutendere Dicke der Querlinien und der sonst so charakteristische geringe Durchmesser der letzteren erreicht einen etwas grösseren

1) Die motorischen Endplatten etc. S. 19 u. 20.

Werth. Anstatt 0,0005 kann derselbe z. B. 0,0015 Mm. betragen (Taf. I Fig. 7 B). Der Unterschied von den viel dickeren dunklen Querbändern, wie sie am ohne Zusatz untersuchten Präparat erscheinen, ist dann nicht mehr so auffallend.

Hierin ist wohl hauptsächlich der Grund zu suchen, wie es so lange hat unbekannt bleiben können, dass die an der frischen Muskelfaser erscheinenden und die nach Essigsäure-Zusatz auftretenden dunklen Querstreifen ganz verschiedene Dinge sind. Die erwähnte scheinbare Verbreiterung der Querlinien an nicht horizontal liegenden Stellen der Muskelfasern (Taf. I Fig. 7 B) hat ihren Grund in dem Durchschimmern der unteren (weiter nach dem Spiegel hin gelegenen) Parthien der betreffenden Grundmembranen der Muskelfächer, die gegen Essigsäure resistent sind und deren optischen Ausdruck die Querlinien bilden.

Die Insectenmuskelfasern sind wegen der absoluten Breite ihrer dunklen Querbänder am geeignetsten, um die Veränderungen zu studiren, welche im Aussehen der Muskelfasern eintreten, falls man die oben erwähnten Vorbedingungen der Beobachtung modificirt.

Am wichtigsten sind die Polarisations-Erscheinungen. Die bekannten Untersuchungen Brücke's ergaben, dass die Scheiben anisotroper Substanz bei Insecten dicker sind, als die einfachbrechenden. Wiederholt man diese Untersuchungen, so findet man zwischen gekreuzten Nicols meistens einfaches Alterniren breiterer heller (anisotroper) und dunkler (isotroper) Querbänder. Ueber diesen Befund ist Heppner nicht hinausgekommen. Brücke dagegen hatte bereits wahrgenommen, dass einzelne Muskelfasern noch feinere anisotrope Querlinien zeigen, welche die isotropen Querbänder halbiren. Auch diese Thatsache ist an Insectenmuskeln leicht zu bestätigen, was schon früher[1]) hervorgehoben wurde. Man achtet dabei auf diejenigen Muskelfasern von Hydrophilus, welche trotz vorausgehender Behandlung mit Alkohol, Canada-Balsam oder dergl. noch die Querlinien innerhalb heller Querbänder im gewöhnlichen Licht zeigen. Zwischen gekreuzten Nicols treten an denselben breitere helle und schmälere dunkle Querbänder auf; in der Mitte

1) Die motorischen Endplatten etc. 1869. S. 43 u. 191.

der letzteren verläuft eine feine Lichtlinie, die sich vermöge der Glimmerplatte wie die breiten (anisotropen) Querbänder färben lässt. Jene zarteren Lichtlinien sind Ausdruck der Querlinien.

Auffälliger ist die Erscheinung, wenn man Behandlung mit verdünnten Säuren vorhergehen lässt. Wie bekannt, heben solche im Allgemeinen jede Erscheinung von Doppelbrechung an den Muskelfasern auf. Anders verhält sich die Sache, falls gewisse Concentrationen angewendet wurden. Man behandelt die den Oberschenkel bewegenden Muskelfasern einer grösseren Fliege in lebendem Zustande mit Essig oder 3procentiger Essigsäure, dann successive mit Wasser, wässerigem und absolutem Alkohol, Terpenthinöl, Canada-Balsam, und achtet auf solche Muskelfasern, welche in gewöhnlichem Licht nichts weiter als die Querlinien erkennen lassen, während die anisotropen Querbänder mit der isotropen Substanz homogen und durchsichtig geworden sind. Bestens orientirte Muskelfasern zeigen zwischen gekreuzten Nicols, also im dunklen Gesichtsfelde, ganz breite dunkle Querstreifen: die Doppelbrechung der anisotropen Substanz, welche die Muskelprismen bildet, hat, wie bekannt, aufgehört. Die dunklen Querstreifen erscheinen aber als solche, weil sie durch ganz feine helle Lichtlinien getrennt werden nnd diese sind der Ausdruck der Querlinien. Die Beobachtung ist sehr schlagend, da die ganze Muskelfaser bis auf die Substanz der Querlinien sich einfach-brechend verhält und weil das Aussehen gleichsam ein Spiegelbild darstellt zu der Erscheinung im hellen Gesichtsfelde: was dunkel war, ist hell geworden und umgekehrt. Der Abstand jener hellen Lichtlinien im dunklen Gesichtsfelde von einander ist selbstverständlich genau so gross wie der Abstand der Querlinien an mit 3procentiger Essigsäure behandelten Muskelfasern im gewöhnlichen Licht (Taf. I Fig. 7 A).

Die Substanz jeder Querlinie ist mithin doppeltbrechend, wie sich aus dem Gesagten ergibt, und muss sich also im festen Aggregatzustand befinden, d. h. eine feine quergespannte Membran darstellen.

Benutzt man andererseits bei gewöhnlichem Lichte und richtiger Focusstellung, wie sie oben (S. 413) definirt wurde, schiefe Beleuchtung, so erhält man ein Bild, welches sich voraussagen liess.

Alles bleibt unverändert mit der Ausnahme, dass die stärker lichtbrechende anisotrope Substanz Schatten wirft. Die Schatten erstrecken sich von den Rändern der anisotropen Substanz aus seitwärts und zwar nach dem Spiegel hin, weil das Mikroskop umkehrt (falls man keinen das Bild des Spiegels selbst umkehrenden Condensor anwendet). Der der Lichtquelle näher liegende Rand (in Fig. 1 B auf Taf. I fällt das Licht von der Linken des Beschauers her ein) erscheint etwas schärfer markirt als bei gerader Beleuchtung und sonst nicht verändert; der andere Rand der anisotropen Substanz (Fig. 1 *R*) dagegen wirft seinen Schatten (*Sch*) in die benachbarte Hälfte des nächsten hellen aus isotroper Substanz bestehenden Querbandes und verdunkelt dieselbe. Daher erscheint die helle isotrope Substanz im Ganzen genommen auf den ersten Blick verschmälert; man sieht wesentlich zwei dunkle auffallende Linien; die eine derselben ist die Querlinie (*Q*), die zweite die scharfe Grenze der anisotropen Substanz gegen die isotrope. Von beiden einander parallelen Linien ist die wirkliche Querlinie diejenige, welche vom Spiegel entfernter liegt; man erkennt sie an einem ganz schmalen Saum nicht beschatteter, daher heller, isotroper Substanz, der sie an ihrer vom Spiegel abgekehrten Seite begleitet. Es liegt auf der Hand, dass diese Beleuchtungs-Erscheinungen zwar das Bild schwerer verständlich machen können, aber bei den Insecten keine principiellen Unterschiede und namentlich keine neuen Verwechslungen zwischen anisotroper und isotroper Substanz zu veranlassen vermögen. Was Jemand in geradem Lichte bei Wirbellosen einmal für anisotrope Substanz gehalten hat, wird er auch bei schiefer Beleuchtung dafür ansehen; ein Grund zu Irrthümern ist nicht gegeben, weil die bedeutend verschiedene Breite der hellen und dunklen Querbänder (0,0031 : 0,0021 Mm. bei Musca vomitoria) eine fernerweite Verwechslung unmöglich macht, resp. gemacht hat.

Anders liegt die Sache in der letzterwähnten Hinsicht bei den Muskelfasern der Wirbelthiere, denn hier sind die absoluten Unterschiede der genannten Dimensionen viel geringer (anisotrope Substanz 0,0015, isotrope 0,0011 Mm.). Die zur Unterscheidung nützliche Verschiedenheit der Breite beträgt mithin im ersten Falle 0,001, im zweiten nur 0,0004 Mm. Es können deshalb Verwechslungen ein-

treten, die bei Insecten unmöglich sind. Niemand wird einen Augenblick zweifelhaft sein, dass der Bau der quergestreiften Muskelfaser in der ganzen Thierreihe übereinstimmt und es kann fast als überflüssig betrachtet werden, auf die Erscheinungen bei Wirbelthieren im Detail einzugehen. Auch mag es ziemlich gleichgültig erscheinen, was Andere bei Wirbelthieren eigentlich gesehen haben, nachdem die Resultate bei den Insecten einmal festgestellt sind. Was Heppner betrifft, so scheint seine ganze Deduction, nach welcher dasjenige, was alle früheren Beobachter isotrope Substanz nannten, als optischer Effect gedeutet werden soll, nur dann einen Sinn geben zu können, wenn die Querlinien in den hellen Querbändern liegend angenommen werden, womit sich die Hensen'sche Ansicht, wie man weiss, in diametralem Gegensatze befindet. Weshalb Heppner diese Voraussetzung: dass die Querlinien die hellen Querbänder halbiren, nur stillschweigend eingeführt hat, ist nicht aufgeklärt. Immerhin war es aber vielleicht denkbar, dass ausser den von mir beschriebenen dunklen Querlinien in der hellen isotropen Substanz noch andere dunkle Linien (Mittelscheiben) in der dunklen anisotropen Substanz vorhanden wären, die jene Forscher gesehen haben konnten. Dies ist indessen nicht der Fall, wie sogleich gezeigt werden soll.

Bei Hensen findet sich nämlich die Notiz, dass im dunklen Gesichtsfelde bei gekreuzten Nicols im Innern der anisotropen Bänder eine schmale isotrope Querlinie auftrete. Indessen fehlt dieser Angabe leider die wünschenswerthe Bestimmtheit: „mit Sicherheit meine ich gesehen zu haben u. s. w.“ In der That ist nichts von einer solchen dunklen Linie vorhanden, womit auch Heppner's Beschreibung übereinstimmt. Der Irrthum ist wohl auf die schon erwähnte Alternation von breiten hellen und schmalen hellen Querstreifen im dunklen Gesichtsfelde zurückzuführen.

Ferner ist noch ein mögliches Missverständniss zu beseitigen. Wie es scheint, hat Henle[1]) in meinen Angaben über die Dimensionen der Muskelkästchen einen Widerspruch zu finden geglaubt. Dabei ist übersehen, dass es sich in meiner ersten Mit-

1) Jahresbericht f. 1868 S. 41.

theilung[1]) ausschliesslich um die Wirbelthiere und die constante Höhe ihrer Muskelkästchen (= der Summe der Dicke eines hellen und eines dunklen Querbandes) handelt. Dagegen war in meiner zweiten Mittheilung,[2]) von Wirbelthieren und Wirbellosen, ferner nicht von der Höhe, sondern vom Volumen der Muskelkästchen die Rede, welches nach einem dort mitgetheilten und später[3]) näher besprochenen Gesetze in der Thierreihe sich ändert.

Betrachtet man die Muskelfaser eines Wirbelthieres z. B. aus den Brustmuskeln eines lebenden Kaninchens unter den oben erwähnten Vorsichtsmaassregeln ohne allen Zusatz und in gewöhnlichem Licht, so erhält man genau dasselbe nur etwas feinere Bild (Taf. I Fig. 2 A) wie bei den Insecten. Wendet man nun schiefe Beleuchtung an, so kann ein unaufmerksamer Beobachter dagegen glauben, dunkle Linien im Innern der anisotropen Substanz zu sehen (Taf. I Fig. 2 B). Die letzterwähnte Abbildung stimmt genau mit der nach Hensen reproducirten vom Meerschweinchen (Taf. I Fig. 9) überein. Das Bild erklärt sich jedoch gerade wie bei den Insecten (Taf. I Fig. 1 B) resp. durch einen Blick auf die in etwas grösserem Maassstabe ausgeführte Fig. 3 derselben Tafel. Wie bei den Insecten ist die dunkle Linie im Innern der anisotropen Substanz (Taf. I Fig. 3 *R*) nichts weiter als derjenige schattenwerfende Rand der Scheibe von anisotroper Substanz, welcher vom einfallenden Lichte abgewendet ist. Die wirkliche Querlinie (Taf. I Fig. 2 B *Q*, Fig. 3 *Q*) dagegen ist übersehen worden, weil sie wegen der geringeren absoluten Breite der isotropen Substanz mit in den Schatten (*Sch*) einbezogen erscheint. Die in Frage kommende Breite der Hälfte eines jeden hellen Querbandes beträgt nämlich bei Musca vomitoria 0,0008, bei Säugern nur 0,0004 Mm. Hensen und Heppner haben mithin bei Wirbelthieren unter diesen Umständen die Querlinien gar nicht gesehen und die Mittelscheibe bei Wirbelthieren ist nichts Anderes als der schattenwerfende Rand einer jeden Scheibe von anisotroper Substanz.

Es ist nicht unmöglich, dass auch sonstige Verwechslungen

---

1) Göttinger Nachrichten 1868 Nr. 17.
2) Zeitschr. f. ration. Medicin 1868 Bd. XXXIV S. 111.
3) Die motorischen Endplatten etc. 1869 S. 174.

ausser den hier besprochenen gelegentlich vorgekommen sind, worauf ich bereits an einem andern Orte[1]) hingewiesen habe. Namentlich ist dieses für den Frosch nicht unwahrscheinlich, wenn man nicht die dünneren Muskelfasern dieses Thieres zur Untersuchung auswählt; ferner bei quergerunzeltem Sarcolem, bei nicht genau horizontal liegenden Muskelfasern u. s. w.

Behandelt man absolut frische Säugethiermuskelfasern unter dem Mikroskop mit 3procentiger oder etwas stärkerer Essigsäure, so erhält man dieselben Resultate wie bei den Insecten. Die Querlinien treten hervor, während die dunklen Querbänder erblassen und erstere ganz allein bedingen schliesslich die nach Säurezusatz wahrnehmbare Querstreifung. Besonders charakteristisch ist dabei das Stadium, in welchem die dunklen Querbänder zu erblassen beginnen, sich von der isotropen Substanz jedoch eben noch unterscheiden lassen (Taf. I Fig. 8, die mit der unveränderten Muskelfaser auf Fig. 2 A zu vergleichen ist). Es muss dabei in Betracht gezogen werden, dass die anisotrope Substanz bei den niederen Wirbelthieren viel auffallender erscheint als bei Säugern und Vögeln, weshalb die Querlinien an der lebenden Muskelfaser mehr zurücktreten. Der Grund dieser Erscheinung liegt einfach in der grösseren absoluten Dicke der Muskelfasern bei den erstgenannten Wirbelthieren.

Wendet man anstatt der gewöhnlichen Focusstellung bei Insectenmuskelfasern eine höhere an, so ändert sich das Bild. Hebt man zunächst den Focus ein wenig, so erscheint die Muskelfaser schmäler, während alles Uebrige unverändert bleibt. Bei noch stärkerer Hebung aber tritt der bekannte[2]) Wechsel des Aussehens ein, indem aus optischen Gründen die hellen Querbänder dunkel, die dunklen hell werden, während die Querlinien nicht mehr wahrnehmbar sind. Obgleich bei dieser „oberflächlichen“ oder „zu hohen“ Focusstellung das Bild so unklar ist, dass sie schwerlich Jemand gern benutzen dürfte, so scheint es dennoch gerathen, vor etwa daraus hervorgehenden Irrthümern zu warnen. Bei Säuge-

1) Die motorischen Endplatten etc. S. 37, Anm. S. 191.

2) Die motorischen Endplatten etc. S. 8.

thieren kann nämlich die Muskelfaser etwas anders aussehen, insofern die anisotrope Substanz hell und an Stelle der isotropen nur eine ganz feine dunkle Linie erscheint. Die Erklärung lässt sich am wahrscheinlichsten darin finden, dass diese dunklen Linien in Wahrheit die Querlinien resp. die Ansatzstellen derselben an das Sarcolem sind. Sie bleiben noch erkennbar, wenn die Muskelfaser so weit aus dem Focus des Mikroskops zu entschwinden anfängt, dass anisotrope und isotrope Substanz zu einer ziemlich hellen unbestimmten Masse zusammenfliessen (Taf. I Fig. 6).

Unter den Fischen ist der Zitterrochen interessant wegen der sehr bedeutenden absoluten Grösse seiner Muskelfasern. Bei Torpedo Galvanii ist jedoch die Höhe der Muskelkästchen nicht grösser als bei den übrigen Wirbelthieren. Nach Einlegen in verdünnte Säuren verschwinden auch hier die dunklen Querbänder und es bleiben nur die viel zarteren (0,0003—0,0004 Mm.) stets etwas rauh aussehenden Querlinien zurück (Taf. II Fig. 10—12).

Unter den frisch untersuchten Muskelfasern des Zitterrochens findet man immer einige, die in Folge mechanischer Verletzung das bekannte wachsartige Aussehen ohne Querstreifung angenommen haben. Nach Einwirkung von passend verdünnten Säuren erkennt man (Taf. II Fig. 13), dass die Querlinien in Unordnung gerathen, d. h. die Grundmembranen der Muskelfächer zerrissen sind, wie ich es schon früher[1]) auseinandergesetzt habe. Dem entsprechend ist an der frischen, anscheinend wachsartig degenerirten Muskelfaser eine regelmässige Querstreifung durch Säure-Zusatz nicht mehr herzustellen. Die dunklen Querbänder sind in der erwähnten Figur verschwunden, sämmtliche Grund- und Seitenmembranen der Muskelkästchen liegen in Form eines zusammengefalteten, Kerne führenden Stranges im Innern des leeren Sarcolem-Schlauches. Im frischen Zustande und ohne Zusatz sieht man übrigens die Querlinien am besten an den dünneren Muskelfasern der Augenmuskeln und sonstiger kleinerer Muskeln wie bei allen niederen Wirbelthieren.

---

1) Die motorischen Endplatten etc. 1869 S. 20.

Der Zitterrochen bietet, wie man weiss, besondere Vortheile in Bezug auf die Untersuchung der motorischen Endplatten wegen der absoluten Grösse der letzteren, die so beträchtlich ist (bis 0,2 Mm.), dass man dieselben mitunter mit freiem Auge sehen kann. An kleinen Exemplaren von Torpedo Galvanii und ocellata benutzt man am besten den M. depressor maxillae inferioris, in welchem die Nervenvertheilung sich ähnlich verhält wie im Musc. retractor bulbi der Katze. An grösseren Exemplaren des interessanten Fisches sind die Brustflossenmuskeln[1]) vorzuziehen.

Untersuchungen an lebend übersendeten Thieren liessen dieselben Verhältnisse erkennen, wie sie in der ganzen Wirbelthierreihe constant sind. Die Vorzüge des Objects gestatten jedoch die bequemere Erörterung einiger Punkte, über welche noch Controversen bestehen könnten.

Man benutzt den genannten M. depressor maxillae inferioris, theils frisch ohne Zusatz, theils nach mehrstündigem Einlegen in sehr verdünnte Säuren. Die hier zu erörternden Verhältnisse beziehen sich auf die Lage der Endplatten ausserhalb des Sarcolems und die Nervenendigung innerhalb der Platte.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist es günstig, dass die Muskelfasern bei Torpedo so dick sind. Sie bewahren unter Umständen ihre cylindrische Gestalt, wo diejenigen anderer Thiere in Folge der Reagentien-Wirkung bereits ganz abgeplattet sein würden. Es muss wiederum hervorgehoben werden, wie viel hierauf ankommt. Benutzt man verdünnte Säuren zur Untersuchung, so findet man gewöhnlich sogenannte Nervenhügel. Die abgeplattete Muskelfaser zieht sich seitlich zu einer Hervorragung aus, welche man für die Profilansicht der Dicke der Endplatte genommen hat. Nichts ist irrthümlicher, als diese Meinung. Die Endplatten sind ausserordentlich dünn; ihre wahre Dicke ist natürlicher Weise nur an Muskelfasern zu constatiren, die wirklich ihre cylindrische Gestalt bewahrt haben. Unter solchen Umständen sieht die Endplatte jedoch ganz anders aus, als gewöhnlich (Taf. II Fig. 10), wo ihre scheinbare Dicke oder die Höhe des angeblichen Nervenhügels etwa 0,0024 Mm.

---

1) W. Krause, die motorischen Endplatten etc. 1869. S. 105.

beträgt. Gerade die characteristischen reinen Profilansichten (Taf. II Fig. 11) sind von den Beobachtern an anderen Orten meistens übersehen worden, weil die Endplatte nur als eine 0,003 Mm. dicke Längsreihe von schmalen Kernen erscheint. Wie bei dem M. retractor bulbi der Katze zeigt sich auch bei Torpedo in reinen Profilansichten das Sarcolem als glänzende Linie (Taf. II Fig. 11 *s*) nach innen von der Endplatte. Es ist bemerkenswerth, dass einige Beobachter, welche Endplatten angeblich ohne Zusatz untersucht und abgebildet haben, nicht auf das ganz verschiedene Ansehen aufmerksam geworden sind, welches die Kerne der Endplatte vor Zusatz von Säuren darbieten. Sie erscheinen nämlich klar und niemals fein granulirt. Die ersten Abbildungen[1]) der motorischen Endplatten dagegen zeigten diese Kerne so, wie sie im ganz frischen Zustande sich darbieten.

Die Nervenendigung innerhalb der motorischen Endplatte ist nur auf reinen Flächenansichten vollständig zu übersehen. Die eintretenden doppeltcontourirten Fasern theilen sich in blasse Terminalfasern, die zu einer reichhaltigen, aber sehr feinen Verzweigung sich ausbreiten (Taf. II Fig. 12). Die letzten feinsten Terminalfasern endigen mit kleinen Knöpfchen. Diese Endanschwellungen, sowie Querschnitte der blassen Terminalfasern und einzelne sparsame Fettkörnchen sind es, die zusammengenommen eine feingranulirte Masse darstellen, welche viele Beobachter an anderen Orten mit Rücksicht auf die gewöhnlichen schrägen Profilansichten (Taf. II Fig. 10) anfangs für die wirkliche Nervenendigung angesehen haben. Mit stärkeren Vergrösserungen und Anwendung verdünnter Säuren gelingt aber die Auflösung der anscheinend feinkörnigen Masse auf die Art, wie es Fig. 12 vom Zitterrochen darstellt.

Was nun die electrischen Endplatten anlangt, so ist in denselben die Nervenendigung eine vollständig analoge. Bekanntlich hat Kölliker angegeben, dass die von R. Wagner entdeckten blassen Nervenfasern der electrischen Endplatten, deren Dicke Wagner zu 0,002 — 0,0025 Mm. taxirte, sich in ein Endnetz

---

1) Zeitschr. für ration. Medicin. 1863. Bd. XVIII. Taf. VI Fig. 1—4.

auflösten. Dies ist aber nur scheinbar vorhanden, wie ein Blick auf Taf. II Fig. 14 lehrt. Die Wagner'sche an dieser Stelle etwa 0,001 messende Nervenfaser ist mit *N.* bezeichnet, das Kölliker'sche angebliche Endnetz mit *K.* In Wahrheit handelt es sich um Plexus ausserordentlich feinster blasser Nervenfasern, aus denen nach manchen Darstellungen die Axencylinder der doppeltcontourirten Nervenfasern zusammengesetzt sind. Liegen sie bündelweise vereinigt innerhalb der Markscheide, so nennt man sie Axencylinder, treten sie aus dem Ende der doppeltcontourirten Nervenfaser hervor, so können sie Terminalfasern heissen. Jedenfalls sind auch die feinsten der letzteren, welche nur 0,0001 Mm. messen, sämmtlich schon in den doppeltcontourirten Nervenfasern enthalten und die anscheinenden Theilungen der blassen Terminalfasern kommen, wie man mit den besten Vergrösserungen sieht, nur dadurch zu Stande, dass zwei bisher zusammen verlaufende Fasern sich von einander sondern. Auch hierin verhalten sich electrische und motorische Endplatten übereinstimmend. Schliesslich hören die blassen Terminalfasern in beiden Arten von Platten mit kleinen knopfförmigen Endanschwellungen auf, die in der electrischen Endplatte (Taf. II Fig. 14 *F*) am besten zu sehen sind.

Nach zwei Richtungen hin erscheinen die festgestellten Resultate in physiologischer Beziehung interessant. Als elementare Einheit, aus deren Zusammenfügung die quergestreifte, wie die glatte Muskelfaser sich zusammensetzt, muss nach dem früher Erörterten das Muskelkästchen betrachtet werden. Die Muskelkästchenreihen (Fibrillen), in welche die quergestreifte Muskelfaser unter Umständen zerfallen kann, werden stellenweise durch interstitielle Flüssigkeit getrennt. In der letzteren zeigen sich nicht selten Fetttröpfchen.

Nun weiss man aus den Münchener Untersuchungen, dass ein thierischer Organismus bei gleichbleibendem Körpergewicht und Wassergehalt in kurzer Frist anstatt „Fleisch" grössere Mengen von Fett ansetzen kann. Ferner hat neuerdings Voit es zum mindesten höchst wahrscheinlich gemacht, dass dieses Fett namentlich den Albuminaten seine Entstehung verdankt. Beide Thatsachen

sind in vollkommenem Einklang mit den anatomischen Resultaten. Die Muskelfasern abgemagerter Thiere speciell von Winterfröschen enthalten oft sehr bedeutende Mengen von Fett in der interstitiellen Flüssigkeit, während der Inhalt der Muskelkästchen, resp. die contractile Substanz an Volumen abnimmt. Diese Veränderungen können nur auf der Zersetzung von Albuminaten beruhen und als Product der letzteren treten Fett oder fettähnliche Körper auf. Verbesserte Ernährungsverhältnisse restituiren wie bekannt die contractile Substanz in relativ kurzer Zeit. Erreicht dagegen der Zerfall einen so hohen Grad, dass die anisotrope Substanz ganz zerstört wird und der Inhalt der Muskelkästchen selbst Fettkörnchen führt, so findet wahrscheinlich niemals eine Wiederherstellung statt. Dieser Fall ist bei dem Atrophischwerden dauernd gelähmter Muskeln, z. B. in Folge von Gelenkkrankheiten, realisirt.

Ein anderweitiger physiologischer Zusammenhang findet statt zwischen den Thatsachen, dass die Partikelchen der anisotropen Substanz durch ihre Vertheilung in einzelne Muskelkästchen von einander isolirt werden und dass die motorischen Endplatten, wie gezeigt wurde und namentlich beim Zitterrochen so schön zu sehen ist, ausserhalb des Sarcolems liegen. Aber selbst wenn Letzteres nicht der Fall wäre, würde eine durch die Endplatten vermittelte Fernwirkung der motorischen Nervenfasern nicht auszuschliessen sein, da die contractile Substanz innerhalb des Sarcolemrohres noch von den Membranen der Muskelkästchen eingeschlossen und wie gesagt parcellirt wird. Ferner sieht man bei Gelegenheit der in Folge mechanischer Verletzung entstandenen Unordnung der Querlinien (Taf. II Fig. 13), dass Seitenmembranen auch an denjenigen Muskelkästchen vorhanden sind, welche unmittelbar an das Sarcolem anstossen. Der leere Zwischenraum, der sich zwischen letzterem und den zusammengefallenen Muskelkästchen-Membranen, soweit dieselben noch erhalten sind, zu bilden pflegt, lässt eine scharfe Contour als seitliche Begrenzung des im Sarcolem-Rohr gelegenen strangartigen und aus Muskelkästchen-Membranen bestehenden Gebildes erkennen (Taf. II Fig. 13). Diese Begrenzung ist der Ausdruck der am meisten peripherisch gelegenen Seitenmembranen von ursprünglich an das Sarcolem anstossenden Muskelkästchen.

So lange die motorischen Endplatten unbekannt waren, schien keine bessere Vorstellung Platz greifen zu können, als die einer directen Uebertragung der Erregung vom zugespitzten Ende der motorischen Nervenfaser auf das nächstliegende Partikelchen anisotroper Substanz. Jetzt sieht man nicht ein, welche Function den Endplatten möglicherweise zukommen könnte, wenn es nicht die einer Uebertragung der Erregung auch auf nicht unmittelbar anstossende Muskelprismen der anisotropen Substanz sein sollte. Man kann sich vorstellen, dass die Uebertragung nach Art und Analogie eines electrischen Schlages geschehe, wie ihn das electrische Organ liefert. Es steht diese Ansicht in Uebereinstimmung mit der früher[1]) erörterten Thatsache, dass wenigstens in einem glatten Muskel des Kaninchens (M. rectococcygeus) die Nervenendigung nur an beschränkten, relativ sparsamen, einzelnen Punkten des Muskels stattfindet, und somit die Erregung Seitens der motorischen Nerven auch nur an diesen Punkten erfolgen kann. In analoger Weise und verhältnissmässig sparsam vertheilt sind die Endigungspunkte der doppeltcontourirten Drüsennerven im Pancreas der Katze, woselbst diese mit zahlreichen Ganglien ausgestatteten Fasern in kleinen Vater'schen Körperchen aufhören.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

In allen Figuren bezeichnet *s* das Sarcolem, *an* die anisotrope Substanz oder die dunklen Querbänder, *is* die isotrope Substanz oder die hellen Querbänder, *Q* die Grundmembranen der Muskelfächer oder die Querlinien. Die Kerne sind weggelassen, weil sie gemeiniglich nicht genau im Focus liegen; letzterer wurde, wo nichts Anderes bemerkt, auf den Rand der Muskelfaser eingestellt.

Fig. 1. Muskelfaser, aus den den Oberschenkel bewegenden Muskeln von Sarcophaga carnaria. Lebend, nicht contrahirt, ohne Zusatz untersucht. Vergr. 1800.

A. Gewöhnliche Beleuchtung. B. Dieselbe Muskelfaser bei schiefer Beleuchtung. Die isotrope Substanz ist scheinbar schmaler geworden, weil diejenige

1) W. Krause, Anatomie des Kaninchens. 1868. S. 177. Die motorischen Endplatten etc. S. 50.

Hälfte eines jeden hellen Querbandes, die von dem von der Linken des Beschauers her einfallenden Licht abgewandt ist, durch einen Schatten *Sch* verdunkelt ist, welcher von der anisotropen Substanz entworfen wird. Beide Ränder der letzteren, sowohl der dem Licht zugewendete, als der vom Licht abgewendete *R* werfen einen solchen Schatten. Daher erscheint der an die hellgebliebene Hälfte eines jeden hellen Querbandes anstossende Rand der anisotropen Substanz dunkler als bei gewöhnlicher Beleuchtung und macht den Eindruck einer neben der Querlinie und parallel der letzteren verlaufenden dunklen Linie. Lässt man das Licht von der entgegengesetzten Seite her einfallen, so erhalten die Schatten die umgekehrte Lage.

Fig. 2. Muskelfaser aus dem M. pectoralis major eines lebenden Kaninchens genommen, ohne Zusatz. Vergr. 1000.

A. Bei gewöhnlichem Licht. B. Bei schiefer Beleuchtung. In B. ist die Hälfte eines jeden hellen Querbandes durch die anisotrope Substanz beschattet (*Sch*), indem das Licht von der Linken des Beschauers her einfällt. Der Schatten werfende Rand *R* erscheint beinahe in der Mitte der anisotropen Substanz gelegen, welche letztere durch den dunklen Schatten *Sch* scheinbar vergrössert wird. Der Rand *R* ist unter diesen Umständen von Hensen als Mittelscheibe bezeichnet worden.

Fig. 3. Dieselbe Muskelfaser bei schiefer Beleuchtung. Vergr. 1800. Das Bild gleicht vollkommen dem von Fig. 1 B, wenn man von der geringeren Dicke der Scheiben anisotroper Substanz im Säugethiermuskel absieht. Bedeutung der Buchstaben wie in Fig. 2 B.

Fig. 4. Muskelfaser von Mysis nach Hensen copirt. a) gedehnter Theil des Muskels, b) ruhender, c) contrahirter Theil, d) Zwischensubstanz, e) Mittelscheibe.

Fig. 5. Muskelfaser aus den den Oberschenkel bewegenden Muskeln von Sarcophaga carnaria. Ganz frisch mit Wasser. Gewöhnliche Beleuchtung, Vergr. 1000. *Q* Querrunzeln des Sarcolems an der Stelle, wo die Querlinien liegen. *an* anisotrope Substanz, *is* helle Querbänder.

Fig. 6. Muskelfaser von Fig. 2 vom Kaninchen bei gerader Beleuchtung und zu hoher Focusstellung. Die dunklen schmalen Linien *Q* entsprechen dem Abstand der Querlinien von einander, die anisotrope und isotrope Substanz sind gleichmässig hell und nicht gesondert zu erkennen, die Profilränder *s* der cylindrischen Muskelfaser liegen unterhalb des Focus und es ist nur ein Theil der Breite der letzteren quergestreift.

Fig. 7. Muskelfaser von Sarcophaga carnaria, ganz frisch mit 3-procentiger Essigsäure. Vergr. 500. Die Essigsäure-Wirkung hat von der rechten Seite des Beschauers her begonnen; linker Hand ist sie noch nicht vollständig eingetreten. *an* erblassende anisotrope Substanz. *Q* Querlinie. In A. sind die Grundmembranen der Muskelfasern genau im Profil gesehen, die Querlinien erscheinen daher sehr fein; in B. liegt die Muskelfaser nicht genau horizontal, die Grundmembranen projiciren sich so schräg, dass die Querlinien als doppeltcontourirte starkglänzende Linien von 0,0015 Mm. Dicke erscheinen. Solche Bilder sind sehr häufig, und unter diesen Umständen haben alle bisherigen Beob-

achter die Querlinien irrthümlich für die eigentliche anisotrope Substanz gehalten. Die Seitenmembranen der Muskelkästchen sind durch die Essigsäure hervorgetreten und die Muskelfaser erscheint in Folge davon zart längsgestreift.

Fig. 8. Muskelfaser aus den Intercostalmuskeln von Anguis fragilis, ganz frisch mit 3-procentiger Essigsäure. Vergr. 1000. Die dunklen Querbänder der anisotropen Substanz beginnen zu erblassen, die Querlinien *Q* treten deutlicher hervor.

Fig. 9. Muskelfaser vom Meerschweinchen nach Hensen copirt. Vergr. 500. a) Zwischensubstanz, b) Querscheibe (= anisotrope Substanz), der schwarze Strich in letzterer die Mittelscheibe.

Tafel II.

Sämmtliche Figuren sind nach 24-stündigem Einlegen der Präparate in sehr verdünnte Chlorwasserstoffsäure unter Immersionssystemen gezeichnet. Die Muskelspindeln zeigen sämmtlich Querlinien, da die dunklen Querbänder durch die Säure zerstört sind. Fig. 10—13 stammen aus dem M. depressor maxillae inferioris, Fig. 14 aus dem electrischen Organ von Torpedo Galvanii.

Fig. 10. Motorische Endplatte in schräger Profilansicht, scheinbar einen Nervenhügel darstellend. Vergr. 600. *s* Sarcolem, *sk* Kern des Sarcolems, *N* Nervenfaser, *nk* Kern des Neurilems.

Fig. 11. Motorische Endplatte in reiner Profilansicht ebendaher. Vergr. 1000. *N* Nervenfaser, *s* Sarcolem, sich unter der Endplatte mit ihren länglichen Kernen fortsetzend und wellenförmig verlaufend.

Fig. 12. Motorische Endplatte in Flächenansicht ebendaher. Vergr. 1000. *N* Nervenfaser, *ek* Endplattenkern. Die blassen Terminalfasern sind mannigfach verzweigt.

Fig. 13. Muskelspindel ebendaher mit sog. wachsartiger Degeneration durch Zerrung des frischen Muskels entstanden. Durch Einwirkung der reducirten Chlorwasserstoffsäure sind die in Unordnung gerathenen Membranen, deren optischen Ausdruck die Querlinien bilden, allein übrig geblieben, die contractile Substanz ist glashell durchsichtig, innerhalb des Sarcolems finden sich die äussersten Seitenmembranen erhalten und als gewellte Linien sichtbar. *sk* Kern des Sarcolems. Drei Muskelkerne liegen im Innern der Muskelfaser. Vergr. 1000.

Fig. 14. Aus dem electrischen Organ; frisch, ohne Zusatz. Vergr. 1000. *N* Septum auf dem Querschnitt, bis zu welchem eine Terminalfaser zu verfolgen ist. *F* Flächenansicht mit flacher Ausbreitung der feinsten knopfförmig endigenden Terminalfasern. *N* Nervenfaser, wie sie R. Wagner als Endäste beschrieb. *K* vermeintliches Endnetz von Kölliker, in Wahrheit aus Plexus von Terminalfasern bestehend; die aus denselben austretenden Nervenfasern endigen nach vielfachen Theilungen in der geschilderten Weise, nämlich knopfförmig.

Nachtrag.

Zufolge der „nachträglichen Bemerkungen" Hensen's scheint eine Verständigung erfreulicher Weise bevorstehend. Früher war es Hensen (Sep.-Abdr. S. 25) „vollständig klar, dass Krause die eine, Hensen die andere der beiden Muskelsubstanzen für anisotrop und stärker lichtbrechend erklären." Jetzt (S. 175) läugnet Hensen nicht mehr, dass in der isotropen Substanz (Zwischensubstanz) wirklich die von mir sogenannten Querlinien vorhanden sind und dass Hensen selbst etwas Anderes beschrieben habe (S. 174). Es handelt sich also nur noch darum, wie die von Hensen beschriebenen Bilder zu deuten sind, worüber die hier gegebenen Abbildungen Aufschluss gebracht haben dürften. In der Sache selbst, d. h. über die Lage der Querlinien wird sich, wie gesagt, wohl schon jeder Microscopiker ein eigenes Urtheil gebildet haben. Uebrigens tadelt Hensen die Ausführung eines Holzschnitts in meiner Monographie (Fig. 2). Darüber ist zu bemerken, dass die beiden schwarzen Linien, welche jede Scheibe anisotroper Substanz oben und unten begrenzen, keine Linien darstellen, sondern linienförmige Schatten, die sich auf so kleinem Raume nicht besser wiedergeben lassen. Diese Schatten sind nichts weiter als der optische Ausdruck des stärkeren Lichtbrechungsvermögens der anisotropen Substanz, worüber der Text genügende Aufklärung gab; die Substanz an sich ist aber durchsichtig, was durch den Holzschnitt nicht anders versinnlicht werden konnte, als indem die Mitte der Scheiben hell gelassen wurde.

In Betreff der Entstehung der Hensen'schen Ansicht, dass die Querlinie die anisotrope Substanz halbire, hatte ich die Quelle der Verwechslung bei den Insektenmuskeln gesucht, wofür aus der in Fig. 4 (Taf. I) dieser Abhandlung reproducirten Abbildung der Beweis geführt werden kann. Denn die breitere dunkle anisotrope Substanz *d* ist darin als Zwischensubstanz bezeichnet. Hensen hebt dagegen hervor, dass er die Untersuchung von Froschlarvenmuskeln früher begonnen habe, als die der Insectenmuskeln, was Niemand bezweifelt hat, womit aber wiederum an der Sachlage nicht das Geringste geändert wird.



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

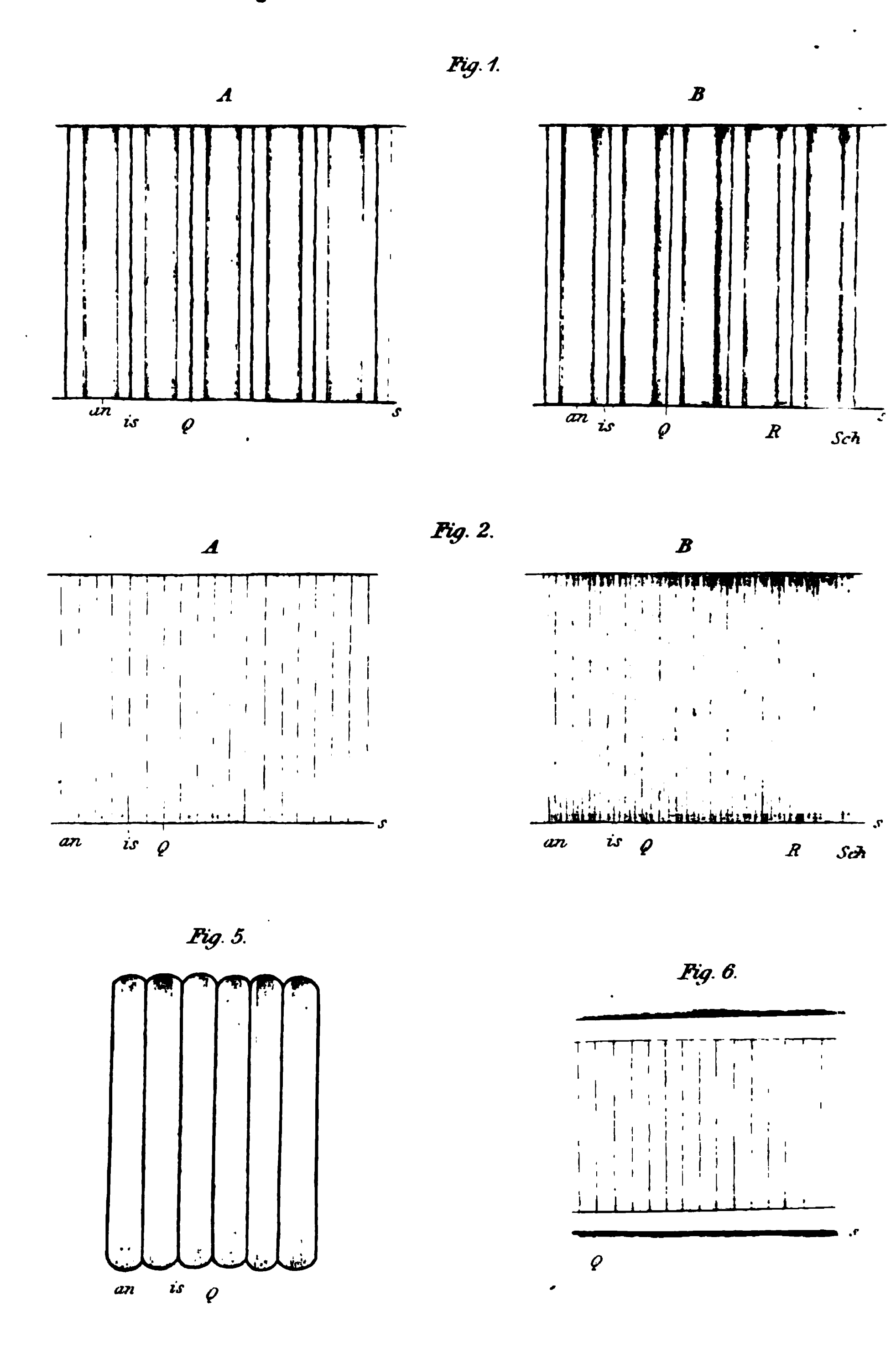


Fig. 1.
A
an
is
Q
s
B
an
is
Q
R
Sch
Fig. 2.
A
an
is
Q
s
B
an
is
Q
R
Sch
Fig. 5.
an
is
Q
Fig. 6.
Q

Fig. 3.

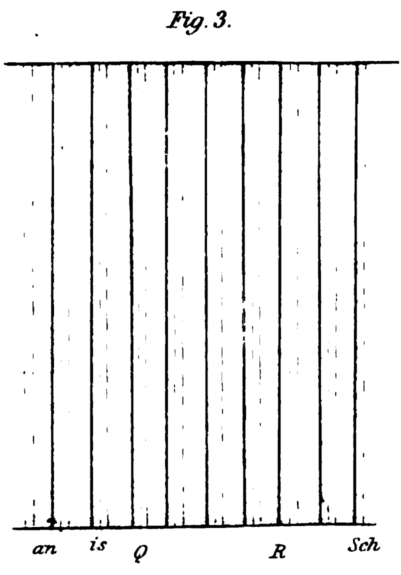


Fig. 4.

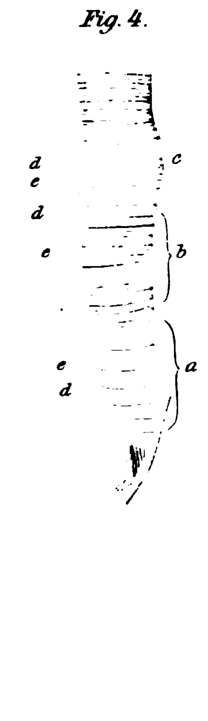


Fig. 7.

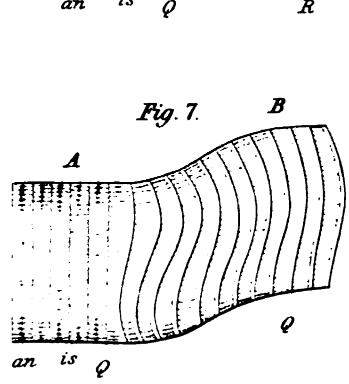


Fig. 8.

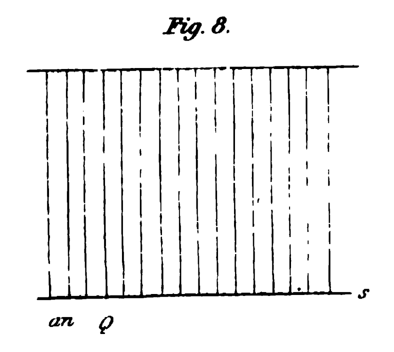
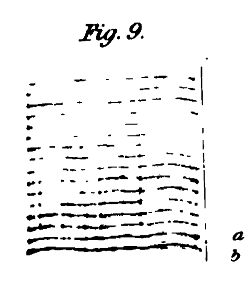


Fig. 9.



A. Meermann sc.


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA



Ueber den Einfluss der Kohlehydrate auf den Eiweissverbrauch im Thierkörper.

Von

Carl Voit.

Frühere Beobachtungen haben schon ergeben, dass die Kohlehydrate (Stärkemehl und die Zuckerarten) wie das Fett den Eiweissumsatz im Thierkörper kleiner machen. Die hier vorgeführten Versuche sollen entscheiden, ob die Kohlehydrate in Allem sich wie das Fett verhalten, dessen Wirkungen ich in meiner Abhandlung:[1]) „Ueber den Eiweissumsatz bei Zufuhr von Eiweiss und Fett und über die Bedeutung des Fettes für die Ernährung" dargelegt habe, oder ob gewisse Unterschiede existiren. Da die Kohlehydrate darnach im Wesentlichen eine ganz ähnliche Rolle spielen wie das Fett, so kann ich mich in der Darstellung kurz fassen, indem ich mich mit der Zusammenstellung der die einzelnen Sätze beweisenden Zahlen begnüge und im Uebrigen auf das für das Fett Gesagte berufe.

I.

Die Kohlehydrate heben den Eiweissverbrauch im Körper nicht auf.

Auch durch die grössten Gaben von Kohlehydraten wird die Abgabe von Eiweiss vom Körper nicht verhütet oder durch Zusatz derselben zum Fleisch die Zerstörung des letzteren nicht gehindert.

---

1) Voit, diese Zeitschrift 1869 Bd. V S. 329—368.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat	
2.—4. April 1858	0	450 St.[1]	167
22.—24. März 1865	0	500 St.	170
25.—28. October 1857	0	100—364 St.	175
3.—5. Mai 1861	0	700 St.	217
28. April 1858	0	500 Z.	224
27.—29. März 1861	0	450 St.	234
16.—22. November 1857	150	100—350 Z.	224
31. März — 2. April 1858	150	350—430 St.	316
28. Oktober — 8. November 1857	176	100—364 St.	220
26. April 1858	200	300 Z.	269
25.—29. März 1858	260	250—300 St.	395
23.—25. April 1858	300	250 Z.	410
28. Februar — 3. März 1861	400	250 Z.	439
13.—20. Juli 1863	400	400 St.	483
24. März 1858	430	200 St.	552
23. Juni — 2 Juli 1859	500	100—300 Z.	502
21. Mai — 3. Juni 1862	500	200 St.	528
8.—21. Mai 1862	500	200 Z.	532
14.—20. Juni 1865	500	250 St.	535
18. April — 8. Mai 1862	500	200 St.	568

Trotz der reichlichsten Gaben von Kohlehydraten wird also immer Fleisch zersetzt und bei ungenügendem Fleischzusatz Fleisch vom Körper weggenommen, während durch ausschliessliche Fleischzufuhr sowohl die Fleischabgabe vom Körper, als auch, wie durch Fett oder Kohlehydrate, der Fettverlust verhindert werden kann. Deshalb erhält sich auch ein Thier mit Kohlehydraten allein nicht, so wenig als mit Fett allein; die Bedingungen des Zerfalls des Eiweisses bestehen bei der Gegenwart von Kohlehydraten in den Säften noch fort, sie finden sich bei der Cirkulation des Eiweisses durch die kleinsten Organtheile, welche durch die Kohlehydrate nicht aufhört.

1) St. = Stärkemehl.
Z. = Traubenzucker.
M. = Milchzucker.
F. = Fett.
Fl. = Fleisch.

II.

Auch bei Zusatz von Kohlehydraten ist der Eiweissverbrauch nahezu proportional der Fleischmenge der Nahrung.

Wie bei Darreichung von reinem Fleisch steigert sich auch bei Zusatz der Kohlehydrate mit der Vermehrung der Fleischgabe der Fleischumsatz, und zwar nahezu proportional.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat	
16.—22. November 1857	150	100—350 Z.	224
31. März — 2. April 1858	150	350—430 St.	316
28. Oktober — 8. November 1857	176	100—364 St.	220
26. April 1858	200	300 Z.	269
25.—29. März 1858	260	250—350 St.	395
23.—25. April 1858	300	250 Z.	410
25.—28. Februar 1861	400	250 St.	431
28. Februar — 3. März 1861	400	250 Z.	439
13.—20. Juli 1863	400	400 St.	483
24. März 1858	430	200 St.	552
23. Juni — 2. Juli 1859	500	100—300 Z.	502
21. Mai — 3. Juni 1862	500	200 St.	528
8.—21. Mai 1862	500	200 Z.	532
14.—20. Juni 1865	500	250 St.	535
18. April — 8. Mai 1862	500	200 St.	568
23. März 1858	600	150 St.	678
22. März 1858	700	150 St.	773
21. April 1858	750	150 Z.	930
17.—22. Februar 1865	800	250 St.	745
10.—19. Juli 1864	800	100—400 St.	763
26.—28. Juli 1864	1000	100—400 St.	902
8.—13. Juli 1863	1500	200 St.	1454
31. März — 2. April 1861	1800	450 St.	1409
7.—12. Januar 1859	2000	200—300 St.	1792
2.—5. Januar 1859	2000	100—200 M.	1801
16.—19. Januar 1859	2000	200 Z.	1894

Die kleinste Steigerung der Fleischmenge der Nahrung macht auch bei Gegenwart von Kohlehydraten eine Steigerung der Fleischzersetzung. Dies wird namentlich deutlich, wenn nach Fütterung mit einer sehr geringen Quantität Fleisch mit Kohlehydraten ein Fleisch-Hungertag folgt; bei letzterem wird stets weniger Fleisch zerstört, wie die folgenden Beispiele nachweisen:

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrate	
1) 25.—28. Oktober 1857	0	100—364 St.	175
28. Oktober — 8. November 1857 .	176	100—364 St.	220
2) 15. November 1857	0	0	136
16.—22. November 1857	150	100—350 Z.	224
3) 1. April 1858	150	430 St.	263
2. April 1858	0	450 St.	203

Daraus geht abermals hervor, dass der Zerfall des Eiweisses nahezu unabhängig ist von den Kohlehydraten, ebenso wie vom Fett.

III.
Die Kohlehydrate ersparen Eiweiss.

Einen gewissen Einfluss üben aber die Kohlehydrate auf den Eiweissumsatz doch aus; sie machen unter sonst gleichen Umständen den Eiweissverbrauch geringer und bringen dadurch, wie das Fett der Nahrung, wichtige Effekte hervor.

Im Jahre 1848 gab Frerichs[1]) an, bei Fütterung eines Hundes mit Oel, Amylum und Zucker ebensoviel Harnstoff im Tag gefunden zu haben als bei vollständiger Entziehung der Nahrung. J. Hoppe[2]) zeigt dagegen zuerst, dass bei Zusatz von Rohrzucker zu Fleisch weniger Harnstoff im Harn austritt, und er nahm darnach eine Ablagerung stickstoffhaltiger Substanz unter der Einwirkung des Zuckers an. Später schlossen Bischoff und ich[3]) ebenfalls aus der geringeren Stickstoffausscheidung im Harn und Koth nach Darreichung von Stärkemehl, Trauben- und Milchzucker auf eine Verminderung der Eiweisszersetzung durch diese Stoffe.

Wenn der Organismus sich mit einer gewissen Menge reinen Fleisches im Stickstoffgleichgewicht befindet, oder wenigstens in einem Zustande, bei welchem das cirkulirende Eiweiss nur in geringer Menge vorhanden ist, also eine kleine Aenderung in der

1) Frerichs, Müller's Archiv 1848 S. 481.
2) Hoppe, Arch. f. path. Anat. Bd. 10 S. 144.
3) Bischoff u. Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers 1860.

Quantität des Organeiweisses nur eine nicht berücksichtigenswerthe Aenderung im Eiweissverbrauche bedingt, dann kann man durch Hinzufügung von Kohlehydraten zu der gleichbleibenden Fleischration genau den Einfluss der Kohlehydrate auf den Eiweissumsatz erkennen.

Datum	Nahrung		Harnstoff im Tag	Fleischumsatz im Tag	
	Fleisch	Kohlehydrat			
1) 23.—25. Oktober 1857 . . .	0	0	14.2	194	
25.—28. Oktober 1857 . . .	0	100—364 St.	12.8	175	
2) 21. März 1865.	0	0	13.2	181	
22.—24. März 1865	0	500 St.	10.9	170	
3) 23.—26. Juni 1859	500	300 Z.	32.7	466	
26.—29. Juni 1859	500	200 Z.	35.6	505	502
29. Juni — 2. Juli 1859 . .	500	100 Z.	37.9	537	
2.—5. Juli 1859	500	0	39.9	564	
4) 2.—6. April 1865	500	0	39.2	546	
6.—8. April 1865	500	250 St.	32.8	475	
5) 14.—20. Juni 1865	500	250 St.	38.1	535	
20.—22. Juni 1865	500	0	41.7	589	
6) 4.—10. Juli 1864	800	0	59.1	826	
10.—19. Juli 1864	800	100—400 St.	54.5	763	
19.—20. Juli 1864	800	0	63.8	895	
7) 13.—17. Februar 1865. . .	800	0	55.8	781	
17—22. Februar 1865 . . .	800	250 St.	52.8	745	
8) 23.—26. Juli 1864	1000	0	73.5	1028	
26.—28. Juli 1864	1000	100—400 St.	64.4	902	
28. Juli — 1. August 1864 .	1000	0	79.6	1112	
9) 29. Juni — 8. Juli 1863 . .	1500	0	114.9	1599	
8.—18. Juli 1863.	1500	200 St.	103.8	1454	
10) 1. Januar 1859	2000	0	136.3	1895	
2. " "	2000	100 M.	130.9	1847	
3. " "	2000	200 M.	125.5	1774	1801
4. " "	2000	200 M.	125.9	1780	
5. " "	2000	0	132.2	1831	1911
6. " "	2000	0	143.7	1991	
11) 6. Januar 1859	2000	0	143.7	1991	
7. " "	2000	200 St.	131.1	1825	
8. " "	2000	200 St.	125.3	1745	
9. " "	2000	300 St.	124.6	1736	1792
10. " "	2000	300 St.	134.3	1868	
11. " "	2000	300 St.	126.8	1766	
12) 15. Januar 1859	2000	0	149.3	2069	
16. " "	2000	200 Z.	135.3	1903	
17. " "	2000	200 Z.	137.5	1933	1894
18. " "	2000	200 Z.	130.0	1830	

In allen Fällen wird durch die Zugabe der Kohlehydrate zum Fleisch die Stickstoffausscheidung geringer und sie steigt nach Weglassung derselben wieder zur vorigen Höhe an.

IV.

Die Eiweissersparung durch die Kohlehydrate ist nicht gross.

Die Menge des unter dem Einflusse der Kohlehydrate der Umsetzung entzogenen Eiweisses ist nicht beträchtlich; die reichlichste Aufnahme der Kohlehydrate alterirt kaum den Eiweissverbrauch, während die geringste Steigerung von Eiweiss in der Nahrung denselben alsbald vergrössert. Berechnet man die Ersparung in den Beispielen der vorigen Tabelle, so erhält man:

Nro.	Nahrung		tägliche Ersparung an Fleisch	% Ersparung
	Fleisch	Kohlehydrat		
1	0	100—364 St.	19	11
2	0	500 St.	11	6
3	500	100—300 Z.	62	12
4	500	250 St.	71	15
5	500	250 St.	54	10
6	800	100—400 St.	63	8
7	800	250 St.	36	5
8	1000	100—400 St.	126	14
9	1500	200 St.	145	10
10	2000	100—200 M.	94	5
11	2000	200—300 St.	199	11
12	2000	200 Z.	175	9

Die die Eiweisszersetzung hemmende Wirkung der Kohlehydrate tritt also, wie die des Fettes, sehr zurück gegen die befördernde der Eiweisszufuhr. Absolut entspricht in den mir zu Gebote stehenden Fällen die tägliche Ersparung höchstens 199 frischem = 48 trockenem Fleisch (bei dem Fett 186 frischem = 45 trockenem Fleisch) und im Mittel 9 % (bei dem Fett 7 %) des vorher umgesetzten Fleisches.

Dass die Kohlehydrate nur eine kleine Quantität Eiweiss vor der Zersetzung bewahren können, zeigt sich auch, wenn, nach Herstellung eines reichlichen Vorrathes von Cirkulationseiweiss durch viel reines Fleisch, nun Kohlehydrate mit weniger Fleisch gegeben werden; dabei giebt der Körper viel Fleisch von sich her, d. h. die

Kohlehydrate sind nicht im Stande, den Zerfall der grösseren Menge von Cirkulationseiweiss zu verhüten.

Datum	Nahrung		Fleisch-umsatz	Fleisch-änderung am Körper
	Fleisch	Kohlehydrat		
1) 12.—17. April 1862	1500	0	1520	+ 20
17. April 1862	500	200 St.	712	— 212
2) 20. April 1858	1600	0	1590	+ 10
21. April 1858	750	150 Z.	930	— 180
3) 21. März 1858	1700	0	1435	+ 265
22. März 1858	700	150 St.	773	— 73
4) 6. April 1858	1930	0	2029	— 99
7. April 1858	700	150 Z.	1014	— 314

Die Zerstörung des Eiweisses geht demnach in allen Fällen zum grössten Theile vor sich, wie wenn keine Kohlehydrate vorhanden wären; nur ein kleiner Theil des Eiweisses (5—15%) wird durch die Kohlehydrate dem Verderben entzogen. Man hat geglaubt, die Kohlehydrate vermöchten in grossem Maassstabe das Eiweiss vor der Verbrennung zu schützen, indem sie als sogenannte Respirationsmittel sich ungleich leichter mit dem Sauerstoff verbinden. Diese Vorstellung ist nicht richtig. Die Zersetzung des Eiweisses wird durch die Kohlehydrate kaum influirt, denn sie geschieht während der Cirkulation des Ernährungsstromes durch die kleinsten Organtheile. Das Eiweiss wird dabei nicht ohne Zwischenglieder gleich in Kohlensäure, Wasser und einige stickstoffhaltige Stoffe verwandelt, der Zerfall tritt in erster Linie wohl gar nicht durch eine Annagung durch den Sauerstoff ein, sondern durch andere Wechselwirkungen. Die Produkte verbinden sich erst bei dem weiteren Auseinanderfallen in einfachere Verbindungen mit dem Sauerstoff und werden dann immer reicher daran, so dass allmählich eine Reihe von Substanzen durchlaufen wird. Unter den ersten Gliedern des Zerfalls findet sich ein grosser Theil des Kohlenstoffs in der Form von Fett vor und dieses Zersetzungsprodukt des Eiweisses wird als schwerer verbrennlicher Körper durch die Kohlehydrate vor der Oxydation bewahrt.

Wenn unter der Einwirkung der Kohlehydrate etwas weniger Eiweiss verbraucht wird, so kann unter solchen Umständen ent-

weder mehr Cirkulationseiweiss unzersetzt bestehen, oder es verbindet sich ein Theil des cirkulirenden Eiweisses (als Organeiweiss) fester mit den Organen; dieser Erfolg wird vielleicht hervorgebracht durch die geringere Sauerstoffaufnahme bei der Gegenwart der Kohlehydrate im Blute.

V.

Ansatz von Eiweiss als Cirkulations- und Organeiweiss unter dem Einflusse der Kohlehydrate.

Ich habe über die Bedeutung des Fettes für den Fleischansatz früher eingehend berichtet. Für die Kohlehydrate stehen mir keine entsprechenden Reihen von so langer Dauer zu Gebote, daher ich für letztere nicht in Allem die gleiche Wirkungsweise nachzuweisen vermag wie für erstere; ich werde jedoch zeigen können, dass in Vielem Stärke und Zucker sich ebenso verhalten wie Fett, daher es wohl erlaubt sein wird, auch für die übrigen Fälle das Gleiche anzunehmen.

Von reinem Fleisch braucht man sehr viel, um die Fleischabgabe vom Körper aufzuheben, da dasselbe nur dazu dient, den Vorrath des cirkulirenden Eiweisses zu vermehren, von welchem, der reichlichen Sauerstoffaufnahme halber, gegen 80 % alsbald wieder zersetzt werden; ein Ansatz von Organeiweiss findet dabei kaum statt und der Vorrath des Cirkulationseiweisses ist nie sehr bedeutend.

Giebt man Fett oder Kohlehydrate zum Fleisch, so tritt leichter ein Fleischansatz ein; jedoch kommt es für die Grösse desselben sehr darauf an, ob im betreffenden Falle die Ablagerung im Säftestrome oder an den Organen stattfindet.

Je mehr das Fleisch gegenüber dem Fette oder den Kohlehydraten in der Nahrung vorherschend ist, desto mehr gesellt es sich zu dem im Säftestrom befindlichen; es kann sich bei Gegenwart der genannten stickstofffreien Stoffe allerdings etwas mehr als Cirkulationseiweiss erhalten als bei reinem Fleisch, aber der Gesammtansatz wächst dabei nie sehr an, da immerhin ein grosser Bruchtheil zerstört wird und in wenigen Tagen das Stickstoffgleichgewicht erreicht ist.

Ganz anders ist es, wenn im Verhältniss zum Fleisch viel Fett oder Kohlehydrate gereicht werden. Dabei cirkulirt das Angesetzte

nicht im Säftestrom, sondern es verbindet sich fester mit den Organen, wo es dann nicht zu 70—80 $^0/_0$, sondern nur zu 1 $^0/_0$ zerstört wird; es kann daher hier lange Zeit und viel angesetzt werden, bis endlich das Gleichgewicht in Aufnahme und Abgabe eingetreten ist, da selbst eine ansehnliche Vermehrung des Organeiweisses die Umsetzung nicht wesentlich verstärkt.

Man wird nun auch verstehen, warum, wie obige Beispiele zeigen, die absolute Fleischmenge am Körper nicht die Grösse des Fleischansatzes bestimmt, sondern die relative gegenüber den stickstofffreien Stoffen. Grosse Fleischquantitäten machen dem Ansatz bald ein Ende und werden also für eine Mast nutzlos vergeudet; zu geringe bieten zu wenig Material; mittlere dagegen lassen den täglichen Ansatz am öftesten sich wiederholen. Darum tritt beim Pflanzenfresser, welcher neben mittleren Eiweissmengen sehr viel Kohlehydrate verzehrt, am leichtesten Mästung und am spätesten das Stickstoffgleichgewicht ein.

Aus denselben Ursachen wird, wenn bei reichlicher Fütterung mit Fleisch unter Zusatz von Kohlehydraten noch etwas Fleisch vom Körper abgegeben wird, bei allmählicher Verminderung der Fleischration der Verlust an Körperfleisch nicht, wie man glauben sollte, stetig grösser, sondern er nimmt, wie die folgende Tabelle zeigt, bis zu einer gewissen Grenze nur wenig oder gar nicht zu.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag	Aenderung im Körperfleisch.	
	Fleisch	Kohlehydrat			
1) 22. März 1858 . . .	700	150 St.	773	— 73	
23. " " . . .	600	150	678	— 78	
24. " " . . .	430	200	552	— 122	
25. " " . . .	260	250	492	— 232	— 135
26. " " . . .	260	350	354	— 94	
27. " " . . .	260	300	239	+ 21	
28. " " . . .	260	250	495	— 235	
29. " " . . .	500	180	568	— 68	— 76
30. " " . . .	500	250	585	— 85	
31. " " . . .	150	350	369	— 219	— 166
1. April " . . .	150	430	263	— 113	
2) 21. April 1858 . . .	750	150 Z.	930	— 180	
22. " " . . .	500	200	623	— 123	
23. " " . . .	300	250	428	— 128	— 110
24. " " . . .	300	250	392	— 92	
25. " " . . .	150	300	331	— 181	
26. " " . . .	200	300	269	— 69	

Sowie bei mittleren Fleischgaben mit verhältnissmässig viel Kohlehydraten dauernd Organeiweiss angesetzt wird und der Gesammtgewinn des Körpers schliesslich viel mehr beträgt als bei grossen Fleischgaben, wo nur das Cirkulationseiweiss sich vermehrt und in wenigen Tagen der Gleichgewichtszustand erreicht ist, so nimmt auch der Körper in Fällen, wo er arm an Cirkulationseiweiss geworden ist und täglich etwas von seinem Organeiweiss verliert, lange Zeit daran ab, ohne dass Stickstoffgleichgewicht eintritt, da viel Organeiweiss nur wenig im Umsatz ausmacht, während bei Abnahme von Cirkulationseiweiss bald sich Stickstoffeinnahme und Ausgabe die Waage halten. Ich kann dies an einigen Beispielen zeigen.

Datum	Nahrung		Harnstoff im Tag	Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat		
1) 28. Oktober 1857 . . .	176	364 St.	12.8	194
29. " " . . .	176	364	12.5	190
30. " " . . .	176	100	18.1	267
31. " " . . .	176	150	15.6	232
1. Novbr. " . . .	176	150	17.5	259
2. " " . . .	176	200	15.7	234
3. " " . . .	176	250	13.3	201
4. " " . . .	176	250	13.7	206
5. " " . . .	176	225	12.8	194
6. " " . . .	176	100	14.2	213
7. " " . . .	176	364	14.9	223
2) 16. November 1857. . .	150	100 Z.	13.7	227
17. " " . . .	150	150	13.7	227
18. " " . . .	150	250	13.1	219
19. " " . . .	150	350	13.6	226
20. " " . . .	150	350	13.4	223
21. " " . . .	150	350	13.0	218
3) 18. April — 8. Mai 1862	500	200 St.	40.8	568
8.—21. Mai 1862 . . .	500	200 Z.	38.0	532
21. Mai — 3. Juni 1862 .	500	200 St.	37.7	528

In Nr. 1 nahm der Körper in 11 Tagen um 484 Fleisch, in Nr. 2 in 6 Tagen um 444 Fleisch ab ohne deutliche Abnahme des Umsatzes. In Nr. 3 verlor der Körper in 46 Tagen 2173 Fleisch und die tägliche Abgabe war zuletzt nur wenig kleiner geworden als anfangs. Der Körper büsst eben bei der geringen Fleischzufuhr von seinem Organeiweiss ein.

Die Kohlehydrate spielen nach Allem für den Fleischansatz die nämliche Rolle wie das Fett; ohne die stickstofffreien Stoffe ist keine bedeutende Ablagerung von Fleisch am Körper möglich.

VI.

Einfluss des Körperzustandes auf den Eiweissumsatz bei Fütterung mit Kohlehydraten.

Die Beschaffenheit des Körpers ist neben der neuen Zufuhr durch die Nahrung von wesentlichem Einfluss auf die Eiweisszersetzung; das im Darm Aufgenommene kommt ja nur zu dem im Körper schon Befindlichen hinzu und die Summe der Wirkung des früheren Körperzustandes und der Wirkung der Veränderung desselben durch die Nahrung bringen den Effekt hervor. Ein im Körper vorhandener reichlicher Vorrath von Cirkulationseiweiss wirkt in gleichem Sinne wie eine bedeutende Fleischzufuhr durch die Nahrung, es wird weniger angesetzt und mehr zerstört; viel am Körper abgelagertes Fett wirkt wie viel stickstofffreie Substanz der Nahrung, es wird leichter Organeiweiss gebildet und weniger Eiweiss verbraucht.

Der Einfluss der Körperbeschaffenheit macht, dass trotz gleicher Eiweisszufuhr weder zu verschiedenen Zeiten noch in der nämlichen Versuchsreihe die Zersetzung die gleiche ist.

a. Zu verschiedenen Zeiten.

Giebt man als Nahrung die nämliche Fleischmenge mit Kohlehydraten zu verschiedenen Zeiten, so ist der Umsatz an den ersten Tagen sehr verschieden, da der Organismus je nach der vorausgehenden Ernährungsweise verschieden beschaffen ist, und das neue Material das eine Mal zu einem an Organeiweiss und Fett reichen, das andere Mal zu einem an cirkulirendem Eiweiss und Fett armen Körper hinzutritt.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag	Nahrung vorher
	Fleisch	Kohlehydrat		
1) 16.—22. Novbr. 1857.	150	100—350 Z.	224	176 Fl. mit St. u. F.
25. April 1858 . . .	150	300 Z.	331	300 Fl. u. 150 Z.
31. März 1858 . . .	150	340 St.	369	500 Fl. u. 250 St.
2) 25.—28. Febr. 1861 .	400	250 St.	431	400 Fl. u. 200 F.
28. Febr. 3. März 1861	400	250 Z.	439 }	400 Fl. u. 250 St.
13.—20. Juli 1863 . .	400	400 St.	609 }	1500 Fl. u. 200 St.
3) 23. Juni — 2. Juli 1859	500	100—300 Z.	502 }	500 Fl. u. 250 F.
21. Mai — 3. Juni 1862	500	200 St.	528 }	500 Fl. u. 200 Z.
8.—21. Mai 1862 . .	500	200 Z.	532 }	500 Fl. u. 200 St.
14.—20. Juni 1865. .	500	250 St.	535 }	500 Fl.
22. April 1858 . . .	500	200 Z.	623	750 Fl. u. 150 Z.
17. April 1862 . . .	500	200 St.	712	1500 Fl.
4) 22. März 1858 . . .	700	150 St.	773	1700 Fl.
7. April 1858 . . .	700	150 Z.	1014	1930 Fl.
5) 29. März 1861 . . .	800	450 St.	436	450 St.
17.—22. Febr. 1865 .	800	250 St.	745 }	800 Fl.
10.—19. Juli 1864 . .	800	100—400 St.	763 }	800 Fl.
6) 7.—12. Jan. 1859 . .	2000	200—300 St.	1792 }	2000 Fl.
2. Jan. 1859	2000	100 M.	1847 }	2000 Fl.
16.—19. Jan. 1859. .	2000	200 Z.	1894 }	2000 Fl.

Ueberall wo in der vorausgehenden Reihe mehr Fleisch verabreicht worden war, d. h. der Körper reicher an Cirkulationseiweiss geworden war, wird mehr Eiweiss umgesetzt, als wenn sich im Futter der früheren Reihe wenig Fleisch, und namentlich mit viel stickstofffreien Stoffen, befunden hatte.

b. In der nämlichen Reihe.

Auch in direkt auf einander folgenden Tagen ist bei gleicher Nahrung die Eiweisszersetzung verschieden. Reicht das Eiweiss der Nahrung nicht hin, den Verlust vom Körper zu verhüten, so nimmt die Menge desselben am Körper und damit auch die Zersetzung immer mehr und mehr ab, bis sich zuletzt das Stickstoffgleichgewicht hergestellt hat; wird dagegen mehr Eiweiss in der Nahrung gegeben, als dem früheren Verbrauche entspricht, so findet so lange Ansatz statt, bis dadurch der Umsatz so wächst, dass auch hier das Gleichgewicht in den Einnahmen und Ausgaben eingetreten ist. Findet die Aenderung im Cirkulationseiweiss statt, so ist der Aus-

gleich nach dem vorher Gesagten natürlich viel früher erreicht, als bei einer Aenderung im Organeiweiss.

Beispiele für den abnehmenden Eiweissverbrauch in der nämlichen Versuchsreihe.

Datum	Nahrung Fleisch	Nahrung Kohlehydrat	Nahrung vorher	Harnstoff im Tag	Eiweissumsatz im Tag	% Abnahme des Eiweissumsatzes
1) 27. März 1861	0	450 St.	Kleberbrod	18.2	265	100
28. " "	0	450 St.		13.6	203	77
2) 3. Mai 1861 .	0	700 St.	Gemischt	15.7	238	100
4. " " .	0	700 St.		12.7	197	83
3) 2. April 1858 .	0	450 St.	150 Fl. u.	14.8	203	100
3. " " .	0	450 St.	430 St.	9.5	130	64
4) 27. April 1858	0	370 Z.	200 Fl. u.	18.8	270	100
28. " "	0	500 Z.	300 Z.	15.4	224	83
5) 31. März 1858	150	350 St.	500 Fl. u.	26.4	369	100
1. April "	150	430 St.	250 St.	18.6	263	71
6) 25. März 1858	260	250 St.	430 Fl. u.	35.3	492	100
26. " "	260	250 St.	200 St.	25.3	354	72
7) 23. April 1858	300	250 Z.	600 Fl. u.	30.0	428	100
24. " "	300	250 Z.	200 Z.	27.4	392	91
8) 13. Juli 1863 .	400	400 St.	1500 Fl. u.	42.8	611	100
14. " " .	400	400 St.	200 St.	36.6	525	86
15. " " .	400	400 St.		31.6	456	75
16. " " .	400	400 St.		31.0	447	73

Beispiele für den zunehmenden Eiweissverbrauch in der nämlichen Versuchsreihe.

Datum	Nahrung Fleisch	Nahrung Kohlehydrat	Nahrung vorher	Harnstoff im Tag	Eiweissumsatz im Tag	% Zunahme des Eiweissumsatzes
1) 29. März 1861	800	450 St.	450 St.	30.5	436	100
30. " "	800	450 St.		42.8	621	142
2) 31. März 1861	1800	450 St.	800 Fl. u.	95.7	1341	100
1. April "	1800	450 St.	450 St.	105.7	1477	110
3) 15. Juni 1859	2000	0	176 Fl. u.	97.9	1365	100
16. " "	2000	300 St.	300 F.	108.8	1531	112
17. " "	2000	300 St.		131.8	1830	134

Dass der Zustand des Körpers neben der Nahrung den Eiweissumsatz influirt, geht auch daraus hervor, dass, wenn mit einer ge-

wissen Fleischmenge der Nahrung Gleichgewicht besteht und darauf durch Aenderung der Kost Fleisch am Körper angesetzt oder vom Körper abgegeben worden ist, dann bei Rückkehr zur früheren Fleischquantität nicht mehr Gleichgewicht vorhanden ist, sondern der Verbrauch im ersteren Falle grösser (Beispiele 1 und 2), im letzteren Falle kleiner ist (Beispiele 3, 4 und 5).

Datum	Nahrung		Aenderung im Körperfleisch
	Fleisch	Kohlehydrat	
1) 20. April 1858	1600	0	+ 10 im Tag
21.—29. April 1858 . .	0—750	150—500 Z.	—1273 in 8 Tagen
29. April — 1. Mai 1858	1600	0	+ 409 in 2 Tagen
2) 21. März 1858	1700	0	— 12 im Tag
22. März — 4. April 1858	0—700	100—450 St.	—1644 in 13 Tagen
4.—7. April 1858 . . .	1900—2000	0	+ 483 in 3 Tagen
3) 4.—10. Juli 1864 . . .	800	0	— 26 im Tag
10.—19. Juli 1864 . . .	800	100—400 St.	+ 333 in 9 Tagen
19.—23. Juli 1864 . . .	800	0	— 380 in 4 Tagen
4) 13.—17. Februar 1865 .	800	0	+ 19 im Tag
17.—25. Februar 1865 .	800	200 F. oder 200 St.	+ 356 in 8 Tagen
25.—26. Februar 1865 .	800	0	— 94 in 1 Tag
5) 23.—26. Juli 1864 . . .	1000	0	— 28 im Tag
26.—28. Juli 1864 . . .	1000	100—400 St.	+ 196 in 2 Tagen
28. Juli — 1. August 1864	1000	0	— 448 in 4 Tagen

Es wird in Nr. 1 und 2 nachträglich nicht so viel Fleisch wieder angesetzt, als verloren gegangen ist, da der Körper bei der geringen Fleischzufuhr vorzüglich an Organeiweiss abgenommen hat und durch das reine Fleisch sich dann, wie ich dargelegt habe, nicht das Organeiweiss wieder ersetzt, sondern nur der Vorrath des cirkulirenden Eiweisses vermehrt wird.

Neben der Qualität und Quantität der Nahrung bestimmt also auch die Beschaffenheit des Körpers die Grösse des Umsatzes; die Nahrung wirkt nur so auf den Stoffverbrauch, dass sie den Zustand des Körpers ändert.

VII.

Mehr Kohlehydrate verringern stetig den Umsatz.

Nach meinen früheren Erfahrungen zieht die Vermehrung der Fettmenge der Nahrung keinen constanten Erfolg nach sich, letzterer ist vielmehr abhängig von der Quantität des zugleich verzehrten

Fleisches; bei kleinen Gaben von Fleisch findet sich eine Zunahme des Umsatzes, bei mittleren ein Gleichbleiben, bei grösseren eine Herabsetzung. Es stehen sich nämlich bei dem Fett zwei Wirkungen entgegen; es setzt dasselbe einerseits durch die Begünstigung der Ablagerung von Organeiweiss und die geringere Sauerstoffaufnahme in das Blut den Umsatz herab, und anderseits zieht es durch einen zweiten Einfluss mehr Eiweiss in Cirkulation und verstärkt dadurch den Umsatz. Es kommt nun darauf an, welche Wirkung überwiegt. Bei kleinen Fleischgaben ist die Ersparung durch das Fett natürlich nur eine geringe und die die Zersetzung steigernde Wirkung tritt hervor, so namentlich bei Eiweisshunger; bei grösseren Fleischgaben dagegen ist genug zu ersparendes Material vorhanden, welchem gegenüber die Vermehrung des Umsatzes, die sich nicht nach der Menge des Eiweisses der Nahrung, sondern nach der des Fettes richtet, zurücktritt; bei mittleren Fleischgaben halten sich beide Einflüsse die Waage. Wie verhält sich nun in dieser Beziehung das Stärkemehl und der Zucker? Die nachfolgenden Versuchsreihen werden Antwort auf diese Frage geben.

Datum	Nahrung			Harnmenge im Tag	Harnstoff im Tag	Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat	Wasser			
1) 25. Oktober 1857 . .	0	100 St.	279	155	12.5	171
26. " " . .	0	200	178	198	12.8	175
27. " " . .	0	364	393	245	13.1	180
2) 27. April 1858 . . .	0	370 Z.	200	288	18.8	270
28. " " . . .	0	500	200	218	15.4	224
3) 16. November 1857 .	150	100 Z.	415	197	13.7	227
17. " " .	150	150	95	193	13.7	227
18. " " .	150	250	107	164	13.1	219
19. " " .	150	350	185	156	13.6	226 }
20. " " .	150	350	260	248	13.4	223 } 222
21. " " .	150	350	154	268	13.0	218 }
4) 28. Oktober 1857 . .	176	364 St.	397	339	12.8	194
29. " " . .	176	364	400	244	12.5	190
30. " " . .	176	100	93	323	18.1	267
31. " " . .	176	150	75	203	15.6	232 } 245
1. November " . .	176	150	123	224	17.5	259 }
2. " " . .	176	200	140	230	15.7	234
3. " " . .	176	250	208	193	13.3	201 } 203
4. " " . .	176	250	206	251	13.7	206 }
5. " " . .	176	225	154	195	12.8	194
6. " " . .	176	100	80	184	14.2	213
7. " " . .	176	364	260	248	14.9	223

Datum	Nahrung			Harnmenge im Tag	Harnstoff im Tag	Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat	Wasser			
5) 23.—26. Juni 1859 .	500	300 Z.	303	350	32.7	466
26.—29. Juni 1859 .	500	200	346	366	35.6	505
29. Juni — 2. Juli 1859	500	100	254	351	37.9	537
6) 10.—12. Juli 1864 .	800	100 St.	501	574	53.7	752
12.—15. Juli 1864 .	800	200	393	662	54.9	769
15.—19. Juli 1864 .	800	400	725	763	54.5	763
7) 26. Juli 1864 . . .	1000	100 St.	247	738	68.5	960
27. „ „ . . .	1000	400	535	653	60.2	844
8) 2. Januar 1859 . .	2000	100 M.	497	1400	130.9	1847
3. „ „ . . .	2000	200	400	1272	125.5	1778 } 1779
4. „ „ . . .	2000	200	0	1212	125.9	1780 }

In den Beispielen Nr. 2, 5, 7 und 8 ist der Eiweissumsatz bei Steigerung der Menge der Kohlehydrate kleiner; in Nr. 4 tritt die Verminderung des Eiweissverlustes ebenfalls deutlich hervor; in Nr. 1, 3 und 6 aber bleibt trotz ungleicher Quantität der stickstofffreien Stoffe die Zersetzung nahezu gleich. Letzteres ist leicht erklärlich. Die grössere Ersparung durch mehr Stärke oder Zucker ist stets nur gering; nun bewirkt aber, wie ich früher gezeigt habe,[1]) die Aufnahme von viel Wasser, wenn sie das Volumen des Harns vermehrt, durch Verstärkung des Säftestromes eine etwas reichlichere Harnstoffbildung, so dass dadurch die Wirkung der grösseren Kohlehydratmenge aufgehoben werden kann. Man wird in der That bei näherer Betrachtung der Zahlen in Nr. 1, 3 und 6 finden, dass mit dem Gleichbleiben des Umsatzes bei grösseren Kohlehydratmengen eine grössere Harnmenge einhergeht.

Die Kohlehydrate haben also nur die eine Wirkung des Fettes, sie setzen durch die Bildung von Organeiweiss und die geringere Sauerstoffbindung den Eiweissumsatz herab und es fehlt ihnen die zweite Wirkung des Fettes, die Cirkulation des Eiweisses im Körper zu begünstigen. Letzteres steht wahrscheinlich damit im Zusammenhang, dass die Kohlehydrate alsbald als solche im Blute oder den Säften verbrennen können, die Fette dagegen in bestimmten Organen des Körpers (wahrscheinlich der Leber) erst eine weitere Zersetzung erfahren müssen, ehe sie dem Sauerstoff zugänglich sind.

1) Voit, diese Zeitschrift 1866 Bd. II S. 333.

VIII.

Vergleich des Einflusses der Kohlehydrate und des Fettes auf den Eiweissumsatz.

Wenn das Fett, wie wir eben gesehen, die Eiweisszersetzung zum Theil verstärkt, zum Theil herabsetzt, die Kohlehydrate dagegen die erstere Wirkung nicht besitzen, so ist es wahrscheinlich, dass Stärke und Zucker für den Eiweissansatz günstiger sind als Fett. Bischoff und ich haben schon aus unseren früheren Versuchen geschlossen, dass Stärke und Zucker den Eiweissumsatz mehr beschränken als Fett.

Ehe ich den Eiweissumsatz bei Fütterung mit Kohlehydraten und Fett vergleiche, soll durch einige Beispiele dargethan werden, dass Stärkemehl und Traubenzucker in gleichen Quantitäten in ihrer Einwirkung auf den Zerfall des Eiweisses äquivalent sind. Es versteht sich dies eigentlich von selbst, da die Stärke vor der Resorption im Darm in Traubenzucker umgewandelt wird.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat	
25.—28. Februar 1861. . .	400	250 St.	431
28. Februar — 3. März 1861	400	250 Z.	439
8.—21. Mai 1862.	500	200 Z.	532
21. Mai — 3. Juni 1862 . .	500	200 St.	528

Ich stelle nun diejenigen Versuchsreihen zusammen, bei welchen bei gleicher Fleischmenge der Nahrung in direkt auf einander folgenden Tagen Fett und Kohlehydrate als Zusatz gegeben wurden.

Datum	Nahrung		Harnstoff im Tag	Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat		
1) 16.—22. Novbr. 1857	150	100 - 350 Z.	13.4	224
22. Novbr. — 2. Dezbr. 1857	150	250 F.	15.6	233
2) 28. Oktbr. — 8. Novbr. 1857	176	100—364 St.	15.1	220
8.—15. Novbr. 1857	176	250 F.	16.2	237
3) 23.—25. Februar 1861 . . .	400	200 F.	31.9	459
25.—28. Februar 1861 . . .	400	250 St.	30.5	431
28. Februar — 3. März 1861	400	250 Z.	30.3	439

Datum	Nahrung		Harnstoff im Tag	Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat		
4) 19.—23. Juni 1859	500	250 F.	38.5	558
23.—26. Juni 1859	500	300 Z.	32.7	466
26.—29. Juni 1859	500	200 Z.	35.6	505
29. Juni — 2. Juli 1859	500	100 Z.	37.9	537
5) 17.—22. Februar 1865	800	250 St.	52.8	745
22.—25. Februar 1865	800	200 F.	54.7	773
6) 23.—26. Juli 1864	1000	0	73.5	1028
26. Juli 1864	1000	100 St.	68.5	960
27. Juli 1864	1000	400 St.	60.2	844
27. Juli — 1. August 1864	1000	0	79.6	1112
1. August 1864	1000	100 F.	74.5	1042
2. August 1864	1000	300 F.	69.3	970
3. August 1864	1000	0	80.2	1134
7) 7.—12. Januar 1859	2000	200—300 St.	128.4	1792
12.—15. Januar 1859	2000	250 F.	135.9	1883

Nach diesen Zahlen ist bei gleicher Menge von Kohlehydraten und Fetten bei letzteren die Eiweisszersetzung bedeutender. Man ist gewohnt, was den Sauerstoffverbrauch bei völliger Ueberführung zu Kohlensäure und Wasser und die Wärmeleistung betrifft, 2.4 Theile Kohlehydrate für gleichbedeutend mit 1 Theil Fett zu halten und dies Verhältniss auf alle Wirkungen genannter Stoffe im Thierkörper zu übertragen und darnach die Fütterungen einzurichten. Ganz abgesehen von der ungleichen Resorption dieser Substanzen und der Gährung einiger derselben im Darm, so muss bei Gegenwart von 100 Fett in den Säften nicht 2.4 mal mehr Sauerstoff in den Körper eintreten als bei Gegenwart von 100 Zucker, da nicht die Menge des verbrennlichen Materials, sondern die Menge des Eiweisses die Sauerstoffaufnahme und die Grösse der Verbrennung bestimmt und in demselben Organismus nicht Tag für Tag die gleiche Wärmemenge erzeugt wird, sondern nur nahezu die gleiche Wärmehöhe erhalten zu werden braucht. Es handelt sich vor Allem um die Beantwortung der Frage, in welchen Quantitäten sind die Fette und Kohlehydrate für die Erhaltung des Körpers auf seinem Fettbestande äquivalent? Dies soll durch die Respirationsversuche von Pettenkofer und mir entschieden werden. Dass für den Einfluss auf die Eiweisszersetzung nicht 2.4 Theile Kohlehydrate 1 Theil

Fett entsprechen, beweisen obige Versuchsergebnisse. Die Thatsache, dass in letzterer Beziehung gleiche Gewichtstheile Kohlehydrate mehr wirken wie Fett, ist von der grössten Bedeutung, namentlich für die Ernährung des Pflanzenfressers; derselbe braucht bei Verzehrung von viel Kohlehydraten weniger Eiweiss in der Nahrung, um den Eiweissstand seines Körpers zu erhalten oder zu vermehren, als wenn er zu dem Eiweiss Fett geniessen würde.

IX.
Wirkung der aus Fleisch und Kohlehydraten gemischten Nahrung gegenüber dem reinen Fleisch.

Ich habe dargethan, dass ein auf gutem Ernährungsstande befindlicher Fleischfresser sich mit reinem Fleisch allein, d. h. einer Mischung von Eiweiss, Wasser und Salzen völlig erhalten kann, dass er aber eine sehr bedeutende Menge davon nöthig hat, da dabei mit Zunahme der Fleischzufuhr immer mehr von dem leicht zersetzlichen und den Sauerstoff anziehenden Cirkulationseiweiss gebildet wird; deshalb gehört eine grosse Quantität von reinem Fleisch dazu, um den Fleischverlust vom Körper zu verhüten. Wenn man nun zu einer grösseren Fleischration Kohlehydrate zufügt, so wird, wie wir gesehen haben, nichtsdestoweniger der weitaus grösste Theil des Eiweisses in die Zersetzung hinein gezogen und nur ein kleiner Theil für kurze Zeit erspart. Da aber bei Darreichung einer mittleren Menge reinen Fleisches der Körper nur wenig Fleisch von sich selbst hergiebt, die Kohlehydrate aber den Zerfall einer gewissen Fleischmenge verhindern, so kann der Körper mit einer mittleren Fleischmenge unter Zusatz von Kohlehydraten völlig auf seinem Eiweissbestande erhalten werden; nur ist dabei der Strom des cirkulirenden Eiweisses geringer und der Nutzen der Zersetzung einer grösseren Eiweissmenge fällt weg. Es gilt also hier in allen Stücken das Gleiche wie für das Fett.

Wenn der Organismus mit einer gewissen Fleischquantität im Stickstoffgleichgewicht sich befindet, so tritt bei Hinzufügung von Kohlehydraten Eiweissansatz ein; wenn eine kleinere Menge reinen Fleisches nicht ganz zureicht, den Eiweissstand zu erhalten, so kann sie unter Zusatz von Kohlehydraten genügen. Nachdem, wie der

folgende Versuch zeigt, der Hund während 9 Tagen mit 500 Fleisch und 100—300 Zucker eben sich erhielt, gab er bei 500 Fleisch ohne den Zucker im Tag 64 Grmm. Fleisch von sich ab.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat	
23. Juni — 2. Juli 1859	500	100—300 Z.	502
2.—5. Juli 1859 . . .	500	0	564

Es giebt auch für die Eiweisszufuhr mit Kohlehydraten eine untere Grenze, unter welche man nicht gehen kann, ohne dass der Körper Eiweiss von sich zusetzt, und welche immer höher steht als die Eiweisszersetzung beim Hunger. Diese untere Grenze ist natürlich für einen bestimmten Organismus nicht immer die gleiche, sondern sie richtet sich nach dem jeweiligen Zustande des Körpers; sie steht höher, wenn der Körper reich an Eiweiss, namentlich an Cirkulationseiweiss ist, und tiefer, wenn er arm an Cirkulationseiweiss und reich an Fett ist. Aus einigen Beispielen wird sich die untere Grenze der Eiweisszufuhr bei Zufügung von Kohlehydraten für verschiedene Zustände meines Hundes entnehmen lassen.

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag	Aenderung im Körperfleisch im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat		
16.—22. November 1857 . .	150	100—350 Z.	224	— 74
31. März — 2. April 1858. .	150	350—430 St.	316	—166
25. April 1858	150	300 Z.	331	—181
28. Oktober — 8. Novbr. 1857	176	100—364 St.	220	— 44
26. April 1858	200	300 Z.	269	— 69
25.—29. März 1858	260	250—300 St.	395	—135
23.—25. April 1858	300	250 Z.	410	—110
25.—28. Februar 1861 . . .	400	250 St.	431	— 31
28. Februar — 3. März 1861 .	400	250 Z.	439	— 39
13.—20. Juli 1863.	400	400 St.	483	— 83
24. März 1858	430	200 St.	552	—122
6.—8. April 1865	500	250 St.	475	+ 25
23. Juni — 2. Juli 1859 . .	500	100—300 Z.	502	— 2
21. Mai — 3. Juni 1862 . .	500	200 St.	528	— 28
8.—21. Mai 1862	500	200 Z.	532	— 32
14.—20. Juni 1865	500	250 St.	535	— 35
18. April — 8. Mai 1862 . .	500	200 St.	568	— 68
29.—31. März 1858	500	180—250 St.	576	— 76
22. April 1858	500	200 Z.	623	—123

Datum	Nahrung		Fleischumsatz im Tag	Aenderung im Körperfleisch im Tag
	Fleisch	Kohlehydrat		
17. April 1862	500	200 St.	712	—212
23. März 1858	600	150 St.	678	— 78
22. März 1858	700	150 St.	773	— 73
7. April 1858	700	150 Z.	1014	—314
21. April 1858	750	150 Z.	930	—180
29. März 1861	800	450 St.	436	+364
30. März 1861	800	450 St.	621	+179
17.—22. Februar 1865 . . .	800	250 St.	745	+ 55
10.—19. Juli 1864.	800	100—400 St.	763	+ 37

Von reinem Fleisch waren bei unserem Hunde nach 11tägigem Hunger und bei sehr herabgekommenem Zustande mindestens 500 Fleisch zur Erhaltung nöthig; unter Zusatz von viel Fett wurden bei elendem Körperzustande 350 Fleisch verbraucht. Bei mittlerer Ernährung genügen eben 500 Fleisch mit viel stickstofffreien Substanzen; dies ist immer ansehnlich weniger als bei derselben Körperbeschaffenheit von reinem Fleisch zur Erhaltung zugeführt werden müssen. So kommt es, dass die Fette und Kohlehydrate bis zu einer gewissen Grenze, die sich nach den Anforderungen, welche man an den Organismus macht, richtet, für Eiweiss eintreten können, und bei ihrer Gegenwart viel weniger von letzterem in der Nahrung nothwendig ist.

Versuche über die Ernährung mit Brod.

Von

Dr. med. Ernst Bischoff.

Mein Vater und Prof. Voit[1]) fanden bei ihren Untersuchungen, welche sie über den Stoffwechsel bei Brodfütterung am Hunde anstellten, dass das Brod für den Fleischfresser ein unzureichendes Nahrungsmittel sei, indem ein Hund, der davon so viel als ihm nur irgend möglich war fressen durfte, allmälig in den elendesten Ernährungszustand gerieth, und Katzen unter den Erscheinungen der grössten Abmagerung und Ermattung, wie beim Hunger, erlagen. Als Hauptgrund dieser Erscheinung sahen die Verfasser die Unmöglichkeit für einen Hund an, Brod in solchen Massen zu fressen oder zu verdauen, um den Umsatz im Körper zu decken, indem stets ein ansehnlicher Theil desselben als Koth, welchen sie gemäss seines Stickstoffgehaltes und seiner übrigen Aehnlichkeit mit dem Brod geradezu wässeriges Brod nennen zu dürfen glaubten, unbenutzt aus dem Körper wieder entfernt wurde. Sie meinten zwar, der Hund könne allmälig so viel von seinem Körper abnehmen, dass schliesslich das stoffliche Gleichgewicht mit der Brodnahrung eintrete, der Körper sei aber alsdann herabgekommen und wenig leistungsfähig.

Da das Brod eines der wichtigsten Nahrungsmittel ist, so dürften nähere Angaben über seinen Werth, der durch die genannten Versuche entschieden erschüttert worden ist, gewiss nicht überflüssig sein.

Ich stellte mir folgende Fragen: 1) verhalten sich andere thierische Organismen bei Brodfütterung ebenso wie der zu den früheren

1) Bischoff u. Voit, die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860.

Versuchen benützte, 2) was ist wohl die Ursache der ungenügenden Ausnützung des Brodes im Darm, und 3) giebt es einfache Zuthaten, welche den Nährwerth des Brodes zu erhöhen im Stande sind?

Zu den Versuchen, die ich zur Beantwortung obiger Fragen im Laboratorium des Herrn Prof. Voit, dem ich für seine vielfache Unterstützung mit Rath und That meinen besten Dank hiemit auch öffentlich auszusprechen nicht säume, anstellte, bediente ich mich wieder eines Hundes, obgleich man des Einwandes gewärtig sein muss, dass für einen Fleischfresser eine vegetabilische Kost, wie Brod, möglicherweise nicht so passend sei, um aus den Resultaten allgemein gültige Schlüsse zu ziehen. Der Hund hatte vorher noch nie zu Versuchen gedient und war ein mittelgrosses, 30 Kilo schweres, starkknochiges, höchstens 1—1½ Jahre altes Thier.

Vor Beginn der Brodreihen gab ich der Einübung und Prüfung des Thieres und der Herstellung eines bestimmten Körperzustandes halber 20 Tage lang täglich 700 Fleisch und 100 Fett, womit ich längere Zeit das Stickstoffgleichgewicht erhielt.

Das gefütterte Brod war wie bei den früheren Versuchen Roggenbrod, das ich immer erst den Tag nach dem Backen gebrauchte, so dass es stets nahezu den gleichen Wassergehalt hatte. Es wurde ausserdem die Kruste entfernt und nur die Krume gegeben. Um eine grössere Gleichheit im Resultate zu erzielen, versuchte ich zuerst, wieviel Brod der Hund im Tag einzunehmen im Stande sei, und stellte ihm deshalb die ersten Tage 1000 Gmm. Brod vor, von denen er jedoch immer nur gegen 800 Gmm. im Laufe von 6—8 Stunden frass; ich blieb daher bei dieser Menge, welche er meistens freiwillig, öfters, namentlich in späteren Reihen, nur auf Zureden, manchmal sogar nur mit Zwang bewältigte.

Ich gebe die einzelnen Fütterungsreihen nach der Ordnung, wie sie der Zeit nach auf einander folgen, wobei man sehen wird, dass ich stets eine Reihe mit ausschliesslicher Brodfütterung mit einer solchen, in welcher zum Brod noch etwas zugegeben wurde, abwechseln liess. Dies geschah hauptsächlich deshalb, um den Körper des Hundes bei Beginn einer neuen Reihe möglichst wieder in denselben Ernährungszustand wie bei den früheren zu versetzen, wodurch ich bessere Vergleichspunkte zu gewinnen hoffte.

I.

800 Brod.

Datum 1867	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	$\overset{+}{U}$	Koth frisch	Koth trocken	Koth N	N in Harn und Koth
27. Nov.	30980	740	420	24.4	142.5	34.5	1.0	12.4
28. „	30430	735	880	36.8	202.0	47.0	1.3	18.4
29. „	30250	440	625	26.1	207.5	22.0	0.6	12.8
30. „	30500	950	750	22.1	243.7	48.7	1.4	11.7
1. Dec.	30150	900	1175	30.5	282.5	65.5	1.9	16.1
2. „	30130	890	800	24.7	268.3	68.0	2.1	13.6
3. „	30170	700	750	23.9	192.8	46.0	1.3	12.5
4. „	30000	830	860	23.8	364.7	86.0	2.5	13.6
5. „	29970	850	840	19.4	217.0	44.0	1.3	10.3
6. „	29950	750	830	20.4	168.3	68.0	2.0	11.4
7. „	29900	820	920	22.6	199.0	55.5	1.6	12.1
8. „	29950	950	950	21.6	241.0	62.0	1.8	11.9
9. „	29750	840	960	20.1	260.9	61.2	1.8	11.1
10. „	29670	914	1025	21.4	287.2	62.7	1.8	12.0
11. „	29720	900	930	21.5	124.8	30.3	0.9	10.9
12. „	29430	890	860	18.5	509.0	117.5	3.4	12.1
13. „	29480	985	850	18.5	282.7	56.7	1.6	10.3
14. „	29420	925	925	21.1	246.0	55.5	1.6	11.4
15. „	29100	820	685	18.9	454.5	103.2	3.0	11.8
16. „	29100	—	—	—	—	—	—	—
	—	15659	16040	436.4	4994.4	1134.3	33.1	236.7

Stellen wir die Stickstoff-Einnahmen und Ausgaben dieser 19tägigen Reihe zusammen, so finden wir:

Einnahmen: in 15200 Brod[1]) = 194.6 N.
Ausgaben: in 436.4 Harnstoff = 203.6 N.
in 1134.3 Koth[2]) = 33.1 N.
Summe = 236.7 N.

was eine Mehrausgabe von 42.1 Stickstoff, und, auf Fleisch berechnet, einen Verlust von 1240 Fleisch vom Körper des Hundes ergiebt; der Hund verausgabte also mehr Stickstoff, als er einnahm, was namentlich im Anfange der Reihe, wo er von der an Stickstoff reichen Nahrung des Fleisches auf die spärlichere des Brodes gesetzt

1) Das Brod enthält 53.65 % feste Theile und 1.28 % Stickstoff.

2) Der trockene Brodkoth enthält nach früheren Analysen 2.92 %, nach den meinigen 2.9 % Stickstoff.

wurde, deutlich ist, während am Ende der Reihe schon eine Annäherung an das Stickstoffgleichgewicht stattfindet.

Was die einzelnen Faktoren der Ausgaben betrifft, so finden wir wieder den Koth in sehr grosser Quantität auftreten; es kommen täglich auf 800 frisches = 429 trockenes Brod im Mittel 262.8 frischer = 59.7 trockener Koth, oder auf 100 Theile trockenes Brod 14 Theile trockener Koth. Wenn wir den Stickstoff des Kothes als ausschliesslich von der Nahrung stammend ansehen, was jedoch nur annähernd richtig ist, so finden wir, dass 17 % des Stickstoffs der Nahrung unbenützt den Körper wieder verlassen. Auch wenn alles Brod im Darm resorbirt worden wäre, so hätte dies hier noch nicht ganz hingereicht, den Stickstoffverlust vom Körper aufzuheben. Das Körpergewicht des Thieres nahm täglich im Mittel um 99 Gmm. ab, obwohl Brod und Wasser nach Belieben zur Verfügung standen.

II.

800 Brod und 20 Fleischextrakt.

An die erste Reihe schloss ich eine zweite an, in welcher ich zu derselben Quantität Brod südamerikanisches Fleischextrakt zusetzte, von dem ich eine Steigerung der Ausnützung des Brodes im Darm erwartete, mich an den Satz Liebig's erinnernd, dass wenn ein Mensch oder ein Thier mit vegetabilischer Kost (Brod) in's Gleichgewicht gesetzt, d. h. vollständig ernährt wird, man durch Zusatz einer bestimmten Menge Fleischextrakt, d. h. durch Zusatz der Bestandtheile, welche die animalische Nahrung von der vegetabilischen unterscheiden, denselben Effekt erzielen könne, wie wenn man Fleisch gereicht hätte. Obgleich ich nun in den vorhergehenden 19 Tagen nicht im Stande war, durch die täglich gefütterten 800 Brod den Hund vollständig zu ernähren, d. h. mit anderen Worten ihn in's Stickstoffgleichgewicht zu setzen, und das Thier durch kein Mittel zu bewegen war, so viel Brod mehr zu fressen, um dies zu erreichen, so musste ich mich, so wie die Sachen standen, an den Versuch machen und sehen, was er zu Tag bringen werde.

Ich erhielt dabei:

Datum 1867. 1868	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	+ U	Koth frisch	Koth trocken	Koth N	N im Harn und Koth
16. Dec.	29100	790	700	24.4	365.8	60.8	2.2	13.6
17. „	29170	1360	980	24.0	294.0	62.0	2.3	13.5
18. „	29270	590	800	20.1	199.4	43.4	1.4	10.7
19. „	29250	920	980	23.7	297.5	70.5	2.6	13.6
20. „	29020	970	860	21.9	203.8	36.3	1.3	11.5
21. „	28900	1000	950	23.3	164.3	49.8	1.8	12.7
22. „	28950	1000	910	23.2	231.3	45.5	1.7	12.5
23. „	28700	1000	890	23.4	360.5	63.5	2.3	13.2
24. „	28670	950	820	26.8	368.5	88.5	3.2.	15.7
25. „	28830	972	990	24.3	106.8	46.5	1.7	13.0
26. „	28630	1000	1160	25.3	335.8	39.5	1.4	13.2
27. „	28680	1000	1000	23.6	165.5	75.5	2.7	13.8
28. „	28680	930	1040	20.9	205.0	51.5	1.9	11.6
29. „	28630	960	960	24.3	215.7	57.4	2.2	13.5
30. „	28660	1000	1020	26.0	205.3	52.3	1.9	14.0
31. „	28500	850	1070	25.6	214.5	57.5	2.2	14.1
1. Jan.	28450	840	955	23.0	315.5	77.5	2.8	13.5
2. „	28380	780	970	23.8	196.5	48.0	1.7	12.8
3. „	28400	930	880	24.0	222.5	56.5	2.1	13.2
4. „	28640	980	1050	26.7	178.0	66.0	2.4	14.9
5. „	28310	—	—	—	—	—	—	—
	—	18822	18985	478.4	4946.2	1148.5	41.8	265.0

Daraus ergiebt sich folgende Stickstoffbilanz der 20 Tage:

Einnahmen:	in 16000 Brod	=	204.8 N.
	in 400 Fleischextrakt[1])	=	43.6 N.
	Summe	=	248.4 N.
Ausgaben:	in 478.4 Harnstoff	=	223.2 N.
	in 1148.5 Koth[2])	=	41.8 N.
	Summe	=	265.0 N.

Wir finden hier eine Mehrausgabe von 16.6 Stickstoff, was auf Fleisch berechnet einen Verlust von 487 Fleisch vom Körper des Hundes ausmacht.

Der Koth war seinem Aeussern nach wie der der ersten Reihe, höchstens etwas dunkler von Farbe. Auf 800 frisches = 429 trockenes Brod treffen im Mittel 242.3 frischer = 57.4 trockener Koth oder auf 100 Theile trockenes Brod 13 Theile trockener Koth.

1) Das benützte Fleischextrakt enthält 20.5 % Wasser und frisch 10.9 % Stickstoff.

2) Der trockene Koth enthält 3.50
3.80
3.60
3.72
Mittel 3.65 % Stickstoff.

Der Stickstoff der Einnahmen ist grösser als der im Harn ausgegebene, so dass bei Resorption des als Koth Ausgeleerten wohl Stickstoffgleichgewicht hätte eintreten können. Der Körper nahm täglich 39 Gmm. an Gewicht ab.

Es ist nun die Frage, hat das Fleischextrakt einen Einfluss auf die Ernährung des Thieres gehabt und welchen? Man könnte bei der Vergleichung dieser Reihe mit der ersten sogleich einen bedeutenden Unterschied wahrnehmen, indem der Hund bei dieser in 20 Tagen nur 16.6 N., in jener dagegen in 19 Tagen 42.2 Stickstoff mehr ausschied als er einnahm. Nun ist aber zu bedenken, dass, weil das Thier während der ersten Reihe sich allmälig dem Stickstoffgleichgewichte näherte und in einem schon sehr gesunkenen Ernährungszustande in die zweite Reihe eintrat, es in der letzteren auch ein geringeres Plus der Ausscheidung haben muss. Da man also hieraus nicht sagen kann, wie sich das Thier in dieser zweiten Reihe verhalten haben würde, wenn **kein** Extrakt gefüttert worden wäre, so fügte ich unmittelbar wieder eine Reihe ohne Zugabe von Extrakt an, um den Einfluss des Extraktes besser beurtheilen zu können.

III.

800 Brod.

Datum 1868	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	+ U	Koth frisch	Koth trocken	Koth N	N im Harn und Koth
5. Jan.	28310	800	850	23.2	335.7	77.0	2.2	13.0
6. „	28270	690	850	19.6	238.5	53.3	1.5	10.7
7. „	28250	620	820	18.9	232.6	50.8	1.5	10.3
8. „	28230	640	830	20.5	197.7	47.8	1.4	10.9
9. „	28250	750	850	20.9	217.5	52.5	1.5	11.3
10. „	28200	775	930	21.1	121.0	36.5	1.1	11.6
11. „	28200	835	980	20.5	189.5	47.5	1.4	10.9
12. „	28100	700	850	20.1	323.0	80.5	2.4	11.8
13. „	28200	875	950	20.7	194.6	45.3	1.3	11.0
14. „	28060	700	900	21.3	270.0	68.1	2.0	11.9
15. „	28150	740	810	19.9	240.0	51.0	1.5	10.7
16. „	28270	840	850	20.9	230.0	59.5	1.7	11.5
17. „	28250	825	900	18.8	246.2	60.2	1.7	10.5
18. „	28250	850	920	19.2	285.2	57.2	1.7	10.5
19. „	28170	730	820	19.4	253.5	66.5	1.9	10.9
20. „	28150	815	870	18.8	120.2	61.2	1.8	10.5
21. „	28100	720	910	19.8	236.0	58.0	1.7	10.9
22. „	27940	760	820	18.6	382.0	95.0	2.8	11.5
23. „	28150	890	770	21.0	288.0	63.0	1.8	11.6
24. „	28160	—	—	—	—	—	—	--
	—	14555	17500	388.1	4521.2	1130.9	33.0	211.3

Die Zusammenstellung dieser 19tägigen Reihe ergiebt:

Einnahmen:	in 15200 Brod	=	194.6 N.
Ausgaben:	in 383.1 Harnstoff	=	178.3 N.
	in 1130.9 Koth	=	33.0 N.
	Summe	=	211.3 N.

Also abermals ein Plus der Ausgaben von 16.7 Stickstoff in 19 Tagen, welche für den Hund einen Fleischverlust von 492 Gmm. repräsentiren. Derselbe hat sein Stickstoffgleichgewicht noch nicht erreicht, wenngleich der Unterschied auf 24 Stunden berechnet nur noch ein geringer (26 Fleisch) ist. Der Hund ist während der 58tägigen Brodfütterung durch den Verlust von 2219 Fleisch ziemlich schwach geworden, er springt nicht mehr mit derselben Kraft wie früher in oder aus dem 4 Fuss über dem Boden befindlichen Käfig. Für den Koth ergiebt sich hier Folgendes. Bei 800 frischem = 429 trockenem Brod treten täglich 236.4 frischer = 59.5 trockener Koth auf, welcher letztere 14 % der trockenen Nahrung ausmacht. Die täglich in dieser Reihe durch den Koth ausgeschiedenen 1.73 Stickstoff machen 17 % des Stickstoffs des Brodes aus. Bei gehöriger Ausnützung im Darm würde der Stickstoff der Nahrung zum Ersatz wohl hinreichen. Der Körper nahm täglich um 8 Gmm. an Gewicht ab.

Wir können jetzt die Resultate der 3 Reihen vergleichen und sehen, welchen Einfluss das in der zweiten Reihe zu derselben Menge Brod gereichte Fleischextrakt auf die Ernährung und den Eiweissumsatz hatte. Zu diesem Zwecke wollen wir zunächst berechnen, wie sich der Stickstoff des Extraktes in seiner Ausscheidung auf Harn und Koth vertheilt. Dies können wir sehr leicht, indem wir berechnen, wie viel die in der zweiten Reihe gelieferten 1148.5 Koth bei reiner Brodnahrung Stickstoff enthalten hätten und dieses Resultat von der wirklich gefundenen Stickstoffmenge abziehen, worauf die Differenz uns den vom Fleischextrakte herrührenden Stickstoff des Kothes angiebt. Wir erhalten auf diese Weise 33.5 Stickstoff statt 41.8, also stammen 8.3 Stickstoff von den 43.6 Stickstoff des nebenbei gefütterten Fleischextraktes. Die von dem letzteren noch übrigen 35.3 Gmm. müssen demnach im Harn zur Ausscheidung gekommen sein, für welchen uns daher 187.9 Stickstoff von der Eiweisszer-

setzung herrührend verbleiben. Wir hätten demnach folgende Zusammenstellung der zweiten Reihe nach Eliminirung des Stickstoffes des Fleischextraktes:

Einnahme:	im Brod	=	204.80 N.
Ausgaben:	im Harn	=	187.9 N.
	im Koth	=	33.5 N.
	Summe	=	221.4 N.

was eine Differenz zwischen Einnahme und Ausgaben von 16.6 Stickstoff = 488 Fleisch ausmacht.

In der ersten und dritten Reihe ohne Fleischextrakt haben wir im Mittel im Tage 59.6 trockenen Koth, während wir in der zweiten Reihe mit Fleischextrakt 57.4 haben; die Differenz von 2.2 Gmm. trockenem Koth ist so gering, dass sie nahezu in die Fehlerquellen fällt. Das Extrakt hat also keine berücksichtigenswerthe Einwirkung auf die Ausnützung des Brodes gehabt.

In der dritten Reihe findet sich ferner im Mittel eine tägliche Stickstoffausscheidung im Harn von 9.4 Gmm., in der ersten von 10.7 Gmm. Darnach berechnet sollte der Hund in 20 Tagen 188.0 bis 214.0 Stickstoff durch den Harn ausscheiden, wenn blos Brod gefüttert worden wäre. Unsere Rechnung in der Fleischextraktreihe ergiebt aber nach Abzug des Stickstoffs des Extraktes 187.9 Stickstoff im Harn, also so viel wie in der darauf folgenden Reihe III.

Das Fleischextrakt bedingt demnach keinesfalls eine wesentliche Aenderung in der Eiweisszersetzung, da der Voraussetzung nach der Verbrauch in der zweiten Reihe zwischen der der ersten und dritten, näher der dritten, liegen soll.

IV.

800 Brod und 100 Fleisch.

Die nächste Frage, welche ich mir nun stellte, war: wie verhält sich der Hund, wenn man ihm zu der unzureichenden Brodnahrung eine geringe Menge Eiweiss in der Form von Fleisch zugiebt? Vielleicht begünstigt dieses die Ausnützung des Brodes im Darm, da Haubner bei Schafen einen so günstigen Erfolg für die Ausnützung von Kartoffeln durch kleine Quantitäten von Erbsen wahrgenommen hatte.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate des 15tägigen Versuches.

Datum 1868	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	$\overset{+}{U}$	Koth frisch	Koth trocken	Koth N	N im Harn und Koth
24. Jan.	28160	930	1010	26.6	247.7	65.0	2.5	14.9
25. "	28300	875	930	22.0	150.8	22.8	0.9	11.1
26. "	28450	950	990	20.5	183.7	48.8	1.9	11.4
27. "	28530	825	950	21.6	218.0	58.5	2.2	12.3
28. "	28600	955	1020	22.2	195.5	54.0	2.1	12.4
29. "	28550	965	970	21.2	388.0	94.1	3.6	13.5
30. "	28420	900	1060	25.1	195.5	49.7	1.9	13.6
31. "	28550	950	920	24.2	194.5	50.5	2.1	13.4
1. Febr.	28630	750	900	24.5	205.2	53.0	2.0	13.5
2. "	28780	900	860	23.4	231.0	60.0	2.3	13.2
3. "	28930	800	800	23.3	215.8	56.0	2.1	13.0
4. "	28870	945	1090	26.7	264.4	61.0	2.3	14.8
5. "	28930	840	970	23.8	196.3	46.8	1.8	12.9
6. "	29000	900	970	23.8	220.0	44.8	1.7	12.8
7. "	29050	940	1100	26.0	395.0	75.0	2.9	15.0
8. "	29070	—	—	—	—	—	—	—
	—	13425	14540	354.9	3501.4	840.0	32.3	197.9

Wir erhielten hier:

Einnahmen:	in 12000 Brod	=	153.6 N.
	in 1500 Fleisch	=	51.0 N.
	Summe	=	204.6 N.
Ausgaben:	in 355.0 Harnstoff	=	165.6 N.
	in 840.0 Koth[1])	=	32.3 N.
	Summe	=	197.9 N.

Ein Zusatz von 100 Fleisch macht also das Brod, welches für sich allein oder mit Fleischextrakt nicht genügt, zur ausreichenden Nahrung; es wurden sogar 6.7 Stickstoff mehr eingenommen als ausgegeben, d. h. in 15 Tagen 197 Fleisch angesetzt. Das Gewicht des Körpers, das bei 800 Brod stetig abgenommen hatte, nahm hier in 15 Tagen um 910 Grmm. zu, im Tag also um 61 Grmm.

Wenn wir auch hier das Verhältniss der Nahrung zum Kothe berechnen, so finden wir, dass auf 900 frische = 453 trockene

1) In 100 trockenem Koth befinden sich 3.99
3.69
Mittel 3.84 % Stickstoff.

Nahrung im Mittel 233.4 frischer = 56.0 trockener Koth kommt, oder, da der Fleischkoth gegenüber dem Brodkoth verschwindend klein ist, auf 100 trockenes Brod 13 Koth. Man könnte meinen, das Fleisch habe eine geringe Verminderung der Kothmenge (um 6 %) hervorgebracht, denn 800 Brod allein hätten nach den beiden früheren Reihen (bei 59.6 trockenem Koth im Tag) in 15 Tagen 894 Koth geben müssen, während wir hier nur 840 Gmm. (56 im Tag) finden, bei denen sich noch etwas Fleischkoth befindet. Dieser Schluss wäre aber nicht richtig, da in der folgenden Reihe ohne den Fleischzusatz im Tag nur 48.4 trockener Koth entleert werden.

Das Fleisch bringt also keine wesentliche Aenderung in der Quantität des Kothes hervor; es könnte aber wohl eine solche in der Ausnützung des Brodes bedingen, so zwar, dass mehr Brod resorbirt wird und dafür vom Fleisch in den Koth übergeht. Darüber giebt uns der Stickstoffgehalt des Kothes Aufschluss, denn der reine Brodkoth enthält 2.92 % Stickstoff, der reine Fleischkoth 6.5 %. In 56.0 des im Tag entleerten Kothes sind 2.15 Stickstoff enthalten; es würden aber, wenn der Koth reiner Brodkoth wäre, 1.63 Stickstoff gefunden werden, es sind also 0.52 Stickstoff mehr darin, die 8 trockenem Fleischkoth entsprechen; die 56.0 trockener Koth dieser Reihe beständen demnach aus 48.0 reinem Brodkoth und 8 Fleischkoth. Die Menge des reinen Brodkothes (48.0) ist daher nahezu so gross als in der folgenden Reihe (48.4), so dass der Zusatz von 100 Fleisch (für 4 Kreuzer) keinen nennenswerthen Einfluss auf die Ausnützung des Brodes im Darm gehabt hat, während es durch seinen geringen Eiweissgehalt hinreichte, das Brod zur völligen Nahrung zu machen, was die grosse Menge des Fleischextraktes, aus 680 Gmm. Fleisch gewonnen und 15 Kreuzer kostend, nicht bewirken konnte.

V.

800 Brod.

Zur Vergleichung liess ich auf die vorige Reihe mit 800 Brod und 100 Fleisch eine 14tägige mit reiner Brodfütterung folgen.

Datum 1868	Körper-gewicht	Trink-wasser in c. c.	Harn in c. c.	+ U	Koth			N im Harn und Koth
					frisch	trocken	N	
8. Febr.	29070	810	860	19.7	84.2	15.8	0.5	9.7
9. „	29020	900	880	20.0	239.5	61.1	1.8	11.1
10. „	28910	940	1320	15.5	210.3	51.8	1.5	8.8
11. „	28900	940	1080	21.6	232.7	55.7	1.6	11.7
12. „	28850	820	1030	21.5	191.6	48.8	1.4	11.5
13. „	28930	940	1010	21.1	188.3	30.6	1.5	11.3
14. „	28720	900	1130	22.7	200.8	52.9	1.5	12.1
15. „	28880	925	930	21.1	174.8	48.8	1.4	11.3
16. „	28950	990	900	19.6	234.7	60.6	1.8	10.9
17. „	28980	950	990	21.6	161.8	43.8	1.3	11.3
18. „	28850	960	760	17.6	178.5	42.5	1.2	9.5
19. „	29020	985	700	18.4	214.4	53.0	1.5	10.2
20. „	29060	960	910	21.8	200.0	52.9	1.5	11.7
21. „	29180	950	880	20.8	237.0	60.6	1.8	11.5
22. „	29210	—	—	—	—	—	—	—
	—	12470	13380	283.2	2748.6	678.4	20.4	152.5

Wir erhalten hier folgendes:

Einnahme: in 11200 Brod = 143.4 N.
Ausgaben: in 283.2 Harnstoff = 132.1 N.
in 678.4 Koth = 20.4 N.
Summe = 152.5 N.

Für die 14 Tage ergiebt sich demnach in den Ausscheidungen ein Plus von 9.1 Stickstoff, welches einen Verlust von 268 Fleisch vom Körper des Hundes repräsentirt; es reichten also wiederum 800 Brod im Tag zur Erhaltung des Körpers nicht hin, jedoch ist die Differenz zwischen dem Stickstoff der Einnahme und Ausgaben ziemlich klein geworden, denn während in der Reihe III im Tag noch 26 Fleisch abgegeben wurden, beträgt der Fleischverlust jetzt nur mehr 19 Gmm.

Auf 800 frisches = 429 trockenes Brod kommen hier im Mittel 196.3 frischer = 48.4 trockener Koth, oder auf 100 Theile trockenes Brod 11 Theile Koth; der Stickstoff des Kothes beträgt 14 % des Stickstoffs der Nahrung.

Wir finden also eine beträchtliche Annäherung an das Stickstoffgleichgewicht und eine Verminderung der Kothmenge. Während in der ersten Reihe auf 429 trockenes Brod 59.7 trockener Koth, in der dritten Reihe auf dieselbe Menge Brod 59.5 kommen, erscheinen hier nur 48.4.

In der Reihe III wurden in 19 Tagen 178.3 Stickstoff im Harn und 33.0 im Koth entleert, in der Reihe V sind dagegen, auf 19 Tage berechnet, 179.3 Stickstoff im Harn und 27.7 im Koth ausgeschieden worden. Im Harn sollte eigentlich hier, entsprechend der allmählichen Fleischabnahme vom Körper, etwas weniger Stickstoff erscheinen als in der Reihe III; es kam aber etwas mehr, da im Darm 5.3 Stickstoff mehr resorbirt wurden. Wegen der besseren Ausnützung des Brodes im Darm und der allmäligen Abnahme der Körpermasse war der Gleichgewichtszustand mit 800 Brod nahezu erreicht; das Gewicht des Körpers blieb sich deshalb auch nahezu gleich, es fand sogar im Tag eine Zunahme um 10 Gmm. statt.

VI.

800 Brod und 5 Fleischextrakt.

Da sich jetzt der Körper des Thieres mit 800 Brod nahezu ernährte, so gab ich während 14 Tagen wieder Fleischextrakt hinzu, um mit aller Sicherheit zu entscheiden, ob das Fleischextrakt einen Einfluss auf die Ausnützung des Brodes im Darm oder den Umsatz des Eiweisses im Körper ausübt. Ich gab täglich nur 5 Gmm. davon, etwas mehr als in 100 frischem Fleisch enthalten sind, von dessen Zusatz zum Brod ich eine so auffallende und günstige Wirkung für die Ernährung beobachtet habe.

Datum 1868	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	+ U	Koth			N im Harn und Koth
					frisch	trocken	N	
22. Febr.	29210	950	1010	21.1	162.6	27.0	1.0	10.9
23. „	29280	950	950	19.7	228.0	60.1	2.2	11.5
24. „	29250	910	980	20.5	200.0	32.2	1.2	10.7
25. „	29370	910	1010	21.1	210.7	50.9	1.9	11.8
26. „	29490	960	930	20.3	232.9	58.8	2.1	11.6
27. „	29770	910	810	19.0	260.5	76.8	2.7	11.6
28. „	29800	925	940	19.6	192.1	52.9	1.9	11.1
29. „	29760	925	965	20.2	190.5	54.1	2.0	11.4
1. März	29720	990	950	21.3	207.5	59.3	2.2	12.1
2. „	29370	950	750	22.5	221.2	75.2	2.8	13.2
3. „	29520	975	860	21.1	194.8	53.1	1.9	11.8
4. „	29520	950	1010	22.0	194.2	53.7	2.0	12.2
5. „	29500	940	1050	21.9	198.7	52.2	1.9	12.2
6. „	29170	890	540	21.1	278.8	77.2	2.7	12.5
7. „	29320	—	—	—	—	—	—	—
	—	12565	12805	291.5	2972.5	783.5	28.5	164.8

Wir finden hier:

Einnahmen:	in 11200	Brod	=	143.4 N.
	in 70	Fleischextrakt[1])	=	8.6 N.
		Summe	=	152.0 N.
Ausgaben:	in 291.5	Harnstoff	=	136.3 N.
	in 783.5	Koth[2])	=	28.5 N.
		Summe	=	164.8 N.

Trotz des Fleischextraktes wird abermals mehr Stickstoff ausgegeben als eingenommen worden war. In der vorausgehenden Reihe V wurden im Tag noch 19 Fleisch vom Körper abgegeben; wieviel in dieser Reihe noch zu Verlust gieng, kann man erst ersehen, wenn man den vom Fleischextrakt in den Harn übergegangenen Stickstoff ausser Rechnung bringt. Bei reiner Brodfütterung hätten die 783.5 trockener Koth 22.9 Stickstoff enthalten; es fanden sich aber 28.5 Gmm., d. i. 5.6 Gmm. mehr, welche vom Fleischextrakt stammen. 3 Gmm. Stickstoff des Harns rühren also vom Extrakt her und 133.3 Gmm. von der Eiweisszersetzung. Die Differenz in dem Stickstoffgehalte der Einnahmen und Ausgaben beträgt 12.8 = 376 Fleisch, die vom Körper abgegeben wurden, also im Tag 27 Fleisch, etwas mehr als in der vorausgehenden Reihe mit reiner Brodfütterung. Man könnte daraus schliessen, dass das Fleischextrakt den Eiweissumsatz etwas grösser macht; jedoch müssen wir zuerst das Resultat der nächsten Reihe mit reiner Brodfütterung abwarten.

Auf 800 frisches = 429 trockenes Brod kamen in Reihe V 48.4 trockener Koth (11 %); in dieser Reihe finden sich bei Zusatz von Fleischextrakt 55.9 trockener Koth = 13 % der trockenen Nahrung; das Fleischextrakt hat also auch hier keinen günstigen Einfluss auf die Ausnützung des Brodes im Darm ausgeübt, sondern eher einen ungünstigen.

---

1) Im benützten Fleischextrakt befinden sich 10.18 % Wasser und 12.32 % Stickstoff.

2) Im Koth befinden sich 3.36
4.00
3.50
Mittel 3.62 % Stickstoff.

VII.

800 Brod, 5 Fleischextrakt und 3 Kochsalz.

Da im Brod und im Fleischextrakt wenig Kochsalz sich befindet, so habe ich während 12 Tagen zu jenen täglich 3 Gmm. Kochsalz zugefügt, in der Erwartung, dass vielleicht dadurch die Ausnützung des Brodes im Darm begünstiget wird.

Ich erhielt dabei folgende Zahlen:

Datum 1868	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	$\overset{+}{U}$	Koth			N im Harn und Koth
					frisch	trocken	N	
7. März	29320	1070	570	22.3	75.8	21.0	0.8	11.2
8. „	29550	960	930	23.7	175.3	47.5	1.7	12.7
9. „	29250	940	990	22.5	192.5	50.5	1.9	12.4
10. „	28720	1000	660	22.8	161.7	48.2	1.8	12.4
11. „	29580	1440	710	21.3	212.2	59.7	2.2	12.0
12. „	29400	1200	1480	26.9	189.0	52.0	1.9	14.4
13. „	29320	1060	1020	22.2	203.5	56.4	2.1	12.5
14. „	29340	960	970	22.0	236.5	61.2	2.2	12.5
15. „	29520	925	890	21.2	157.7	41.5	1.5	11.4
16. „	29520	950	890	21.2	220.7	53.8	2.0	11.9
17. „	29520	950	1100	23.0	183.2	48.3	1.8	12.5
18. „	29570	820	820	18.6	240.0	59.5	2.1	10.8
19. „	29500	—	—	—	—	—	—	—
	—	12275	11030	267.8	2248.1	599.6	22.1	146.9

Daraus ergiebt sich:

Einnahmen:	in 9600 Brod	=	122.9 N.
	in 60 Fleischextrakt	=	7.4 N.
	Summe	=	130.3 N.
Ausgaben:	in 267.8 Harnstoff	=	124.8 N.
	in 599.6 Koth	=	22.1 N.
	Summe	=	146.9 N.

Das Plus von 16.6 Stickstoff in den Ausgaben der 12 Tage entspricht einem Verlust von 488 Fleisch vom Körper, was für den Tag 41 Gmm. ausmacht; es wird also etwas mehr Eiweiss verbraucht, als bei reiner Brodfütterung (Reihe V und VIII), was auf Rechnung des Extraktes oder des Kochsalzes zu schieben ist. Auf 800 frisches = 429 trockenes Brod wurden 187.3 frischer = 49.9 trockener Koth entfernt = 12 % der trockenen Nahrung. Das Extrakt hat also auch in Verbindung mit dem Kochsalz keine Einwirkung auf die Ausnützung des Brodes im Darm gehabt.

Bei reiner Brodfütterung hätten die 599.6 Koth 17.5 Stickstoff enthalten, sie enthielten aber hier 22.1 Stickstoff, also 4.6 Gmm. mehr, die von dem Fleischextrakte herrühren. Da nun im Extrakte 7.4 Stickstoff zugeführt worden sind, so rühren von den 124.8 Stickstoff im Harn nur 122.0 Gmm. von der Eiweisszersetzung her, die einem Umsatz von 3588 Fleisch = 299 Gmm. für den Tag entsprechen.

VIII.

800 Brod.

Ich habe endlich zur besseren Vergleichung während 19 Tagen abermals nur Brod gefüttert und folgende Zahlen erhalten:

Datum 1868	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	+ U	Koth			N im Harn und Koth
					frisch	trocken	N	
19. März	29500	850	950	17.8	248.5	68.9	2.0	10.3
20. „	29300	515	580	17.3	192.5	62.0	1.8	9.9
21. „	29500	910	660	21.0	197.0	73.6	2.1	11.9
22. „	29620	800	650	18.0	197.5	81.4	2.4	10.8
23. „	29600	910	700	20.4	222.4	54.5	1.6	11.1
24. „	29570	870	930	21.1	230.9	48.4	1.4	11.1
25. „	29420	810	850	20.9	232.0	28.9	0.8	10.5
26. „	29500	850	880	20.6	214.0	53.9	1.6	10.0
27. „	29520	725	850	20.9	188.0	43.7	1.3	11.0
28. „	29570	840	865	18.1	183.0	47.2	1.4	9.8
29. „	29570	820	980	19.6	191.8	51.2	1.7	10.8
30. „	29640	850	910	19.0	198.3	49.6	1.4	10.3
31. „	29620	980	920	18.4	195.3	55.0	1.6	10.2
1. April	29700	920	830	18.1	224.6	55.7	1.6	10.0
2. „	29770	900	930	20.3	189.8	49.0	1.4	10.9
3. „	29970	990	910	17.4	188.0	50.0	1.5	10.5
4. „	30070	960	730	18.9	183.0	51.6	1.5	10.3
5. „	29680	1000	630	20.0	260.0	49.0	1.4	10.8
6. „	29810	1000	660	18.6	377.1	90.2	2.6	11.3
7. „	29760	—	—	—	—	—	—	—
	—	16480	15375	366.3	4113.7	1063.8	31.1	201.7

Daraus geht hervor:

Einnahme: in 15200 Brod = 194.6 N.
Ausgaben: in 366.3 Harnstoff = 170.6 N.
in 1063.8 Koth = 31.1 N.
Summe = 201.7 N.

Wir finden also in 19 Tagen zwischen Einnahmen und Ausgaben immer noch eine Differenz von 7.1 Stickstoff, welche

209 Fleisch entspricht. Im Tag setzt der Körper noch 11 Fleisch zu, was etwas weniger beträgt als in der vorausgehenden Reihe mit Fleischextrakt und Fleischextrakt mit Kochsalz.

Auf 800 frisches = 429 trockenes Brod kommen im Mittel 216.5 frischer = 55.9 trockener Koth; letzterer macht demnach wieder 13 % der trockenen Nahrung aus. Durch den Stickstoff des Kothes gehen 15 % des Stickstoffs der Nahrung verloren.

In dieser achten Reihe mit reiner Brodfütterung ist der Unterschied zwischen Stickstoff-Einnahme und Ausgabe am geringsten, d. h. der Hund ist seinem Stickstoffgleichgewichte am nächsten. Wenn wir zur besseren Uebersicht die Differenzen der früheren Reihen dazu stellen, so haben wir als Verlust für 1 Tag in

I. = 65 Fleisch
III. = 26 „
V. = 19 „
VIII. = 11 „

Wir können also hieraus deutlich sehen, wie der Hund in diesen 4 Reihen, die freilich durch andere unterbrochen wurden, immer mehr sich durch Abgabe von Fleisch vom Körper dem Stickstoffgleichgewichte nähert.

Es frägt sich nun: würde der Hund bei noch länger fortgesetzter Fütterung mit 800 Brod im Tage doch schliesslich sich in das Stickstoffgleichgewicht gesetzt und sich also mit 800 Brod erhalten haben oder ist die untere Grenze der Eiweisszufuhr, bei welcher der Körper beständig von sich hergiebt, bereits erreicht.

Die Eiweisszugabe vom Körper nimmt immer mehr und mehr ab, es lässt sich demnach die Möglichkeit der endlichen Erreichung des Stickstoffgleichgewichts nicht geradezu absprechen. Es ist aber doch höchst unwahrscheinlich, dass dieser Fall wirklich eintritt, da dann die Zersetzungen zur Erhaltung des Lebens, d. h. der nöthigen Muskelbewegungen, der Wärme etc. kaum ausreichend sein werden. Das Thier war nämlich zuletzt in einem höchst miserablen Zustande; seine Bewegungen waren schwach und kraftlos, ein leichter Stoss warf es auf die Seite, das Ein- und Ausspringen aus dem Käfige war ihm sehr beschwerlich, die Haut hieng ihm in Falten um den Leib, die Haare giengen in Menge aus. Dazu kamen sonderbarer

Weise in den letzten Tagen rasch vorübergehende Anfälle eigenthümlicher Art. Der Hund schlug plötzlich ein jämmerliches Heulen an und wollte immer an der Wand des Zimmers in die Höhe laufen; dabei liess er sich weder durch Zureden noch Schläge stören, bis er nach einigen Minuten von selbst aufhörte und wieder ganz folgsam war.

Alle diese Erscheinungen deuten auf eine ungenügende Ernährung der Organe hin, die Schwäche auf ungenügende Ernährung der Muskeln, die Anfälle auf ungenügende Ernährung der Nervencentraltheile. Der Verfall lässt sich leicht aus der beständigen und grossen Eiweissabgabe vom Körper erklären, welche während der 132tägigen Beobachtungszeit 3363 Fleisch betrug. Da das Thier bei Beginn des Versuchs etwa 30.5 Kilo wog, so macht der Verlust an Fleisch 11 $^0/_0$ seines anfänglichen Körpergewichts aus, obwohl der Gewichtsverlust selbst nur 2.4 $^0/_0$ betrug; das Thier wurde also, wie schon die früheren Versuche mit Brodfütterung durchgehends ergaben, reicher an Wasser.

Das Fleisch des Hundes, d. i. Muskeln, Gehirn, Drüsen etc. beträgt etwa 58 $^0/_0$ der Gesammtmasse des Körpers. Mein Hund von 30.5 Kilo Gewicht hätte demnach 17.7 Kilo Fleisch enthalten, von denen während 132 Tagen 3.4 Kilo = 19 $^0/_0$ zu Verlust gegangen sind.

Jedenfalls ist so viel sicher, dass das Roggenbrod meinen Hund, auch wenn er so viel frisst als er vermag, nicht auf einem guten und leistungskräftigen Zustande erhält; dies ist auch leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass das vom gefressenen Brode im Darm im Tag Resorbirte dem Stickstoffgehalte nach nur 253 Fleisch entspricht, welche nach den Versuchen von Prof. Voit für einen grösseren Hund auch bei Zugabe von stickstofffreien Stoffen zur Erhaltung des Körpereiweisses unzureichend sind.

IX.

302 Fleisch und 354 Stärke.

In 800 Brod befindet sich soviel stickstoffhaltige Substanz, um in der vorigen Reihe beinahe den Verlust von Stickstoff vom Körper aufzuheben; ich habe daher in einer letzten 16tägigen Reihe in der

Form von Fleisch soviel Stickstoff gegeben, als in 800 Brod enthalten ist, nämlich 302 Fleisch und dazu so viel käufliche Stärke (354 Gmm. mit 15.79 % Wasser), als stickstofffreie Stoffe in 675 Brod enthalten sind. Die Stärke wurde mit etwas Wasser zu Kleister gemacht und dieser mit wenig Fett (circa 8 Gmm.) zu Kuchen gebacken. Dieselben wurden mit dem Fleisch in kleine Stücke zerhackt und so dem Hunde vorgesetzt. Die ersten Tage mundete ihm diese Kost sehr wohl, bald jedoch schien sie ihn förmlich anzuekeln und erst nach Zuthat von 5—10 Gmm. Kochsalz frass er sie wieder von freien Stücken.

Datum 1858	Körpergewicht	Trinkwasser in c. c.	Harn in c. c.	+ U	Koth			N im Harn und Koth
					frisch	trocken	N	
7. April	29760	1098	1100	22.0	0	0	0	10.2
8. „	29720	480	590	21.9	0	0	0	10.2
9. „	29670	507	495	18.8	97.6	28.7	1.3	10.1
10. „	29740	648	720	17.0	46.5	16.8	0.7	8.7
11. „	29700	523	580	16.9	0	0	0	7.9
12. „	29780	599	630	16.6	110.8	36.8	1.6	8.1
13. „	29960	371	470	14.1	0	0	0	6.9
14. „	30270	850	760	22.4	0	0	0	10.5
15. „	30120	545	810	20.5	104.3	36.0	1.6	11.4
16. „	29920	752	720	20.9	110.4	36.2	1.6	11.6
17. „	30020	350	540	19.9	0	0	0	9.3
18. „	29970	549	440	18.8	107.5	34.3	1.5	10.3
19. „	30080	617	570	22.5	113.5	29.8	1.3	11.8
20. „	30100	596	700	23.2	0	0	0	10.8
21. „	30150	1064	1060	20.7	97.2	31.0	1.4	11.0
22. „	30100	988	1090	26.2	90.5	25.2	1.1	13.4
23. „	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	10538	11275	322.7	878.3	274.8	12.1	162.1

Daraus lässt sich folgende Bilanz zusammenstellen:

Einnahme: in 4832 Fleisch = 164.3 N.
Ausgaben: in 322.7 Harnstoff = 150.0 N.
in 274.8 Koth[1]) = 12.1 N.
Summe = 162.1 N.

also eine Differenz von 2.1 Stickstoff zu Gunsten der Einnahme,

1) Im Koth befinden sich 4.43 %
4.48
4.43
Mittel 4.44 % Stickstoff.

welche 62 Gmm. Fleischansatz entsprechen. Auf 656 frische = 376 trockene Nahrung treffen im Tage 54.8 frischer = 17.1 trockener Koth; letzterer macht 4.5 % der trockenen Nahrung aus.[1])

Die letzte Reihe ist für die Betrachtung der Bedeutung des Brodes für die Ernährung von grösstem Interesse. Wir sehen nämlich, dass der Hund bei seinem dermaligen Ernährungszustande sich recht gut mit derselben Menge stickstoffhaltiger und einer etwas kleineren Menge stickstoffloser Stoffe, als ihm in den früheren Reihen in der Form von Brod gereicht worden war, erhalten kann. Die 10.24 Stickstoff der 302 Fleisch decken völlig seinen Stickstoffumsatz, während die 354 Stärke die Abgabe von Fett verhindern. Der Hund hat sich bei dieser Kost sogar zusehends von seinem früheren elenden Zustande erholt, er ist munterer und springt kräftiger herum, auch hat er keinen der oben beschriebenen Anfälle mehr gehabt.

Die Frage ist nun: warum hat das Brod mit den verschiedenen Zusätzen nicht denselben Effekt gehabt?

Zunächst könnte darauf die Antwort erfolgen, weil die Organisation des Hundes, als eines auf Fleischnahrung angewiesenen Thieres, mit seinem kurzen Darme u. s. w. nicht geeignet ist, von Vegetabilien zu leben. Er ist vielleicht nicht im Stande, das Eiweiss des Brodes aus seinem festen Verbande durch seine Verdauungssäfte auszuziehen, weshalb so viel Stickstoff mit dèm Koth ausgeschieden wird. Hier tritt uns aber die Erfahrung entgegen, dass bei allen Thieren, auch bei Omnivoren wie dem Menschen, wenn sie von Vegetabilien leben, verhältnissmässig grosse Quantitäten Nahrung in den Körper aufgenommen, aber auch bedeutende Mengen Koth aus demselben entfernt werden. Es kann also die Ursache nicht allein in dem Hunde als einem Fleischfresser liegen, sondern wir müssen sie in der Nahrung, im Brode selbst, suchen. Wir finden nun, dass bei den reinen Brodreihen im Mittel 55.9 trockener Koth (Maximum

---

4) Man darf daraus nicht schliessen, dass das Fleisch die Ausnützung der Stärke beträchtlich befördert, oder die Stärke weniger Koth mache als das Brod, denn es ist hier durch ein Versehen nicht die stickstofffreie Substanz von 800, sondern nur von 675 Brod gefüttert worden; ein in dieser Beziehung reiner Versuch, von stud. med. Ad. Meyer angestellt, wird in Kurzem veröffentlicht werden.

= 59.7, Minimum = 48.4) entleert werden, deren Stickstoff 1.63 Gmm. oder 15.9 % des Stickstoffs der Nahrung ausmacht. Dieser Stickstoff ist nicht allein Residuum der Nahrung, sondern auch Ausscheidungsprodukt aus dem Körper, Residuum der Darmsäfte etc. Es ist schwer zu sagen, wieviel Stickstoff dem letzteren Antheil zukommt. Nehmen wir an, dass das Residuum der Nahrung genau die Zusammensetzung des Brodes hat, so können wir aus dem Stickstoffgehalt des Kothes und der Nahrung den Stickstoff der vom Körper abgegebenen Ausscheidungsprodukte berechnen. Das trockene Brod giebt 2.39 % Stickstoff, der trockene Brodkoth 2.92 %; auf 55.9 Koth würde demnach die Differenz 0.3 Stickstoff betragen. Selbst diese Zahl ist für die Residua der Verdauungssäfte wohl noch etwas zu hoch, da der Brodkoth nicht genau die Zusammensetzung des Brodes hat, denn der Brodkoth ist stark sauer und ein grosser Theil der Stärke des Brodes zersetzt, also der Stickstoff in relativ grösserer Menge vorhanden. Soviel ist sicher, dass mindestens 1.34 Gmm. Stickstoff = 13 % von den 10.24 des Brodes nicht resorbirt werden, welcher Umstand die unzureichende Ernährungsfähigkeit des Brodes bedingt.

Was ist nun die Ursache der so grossen Stickstoff-Entziehung durch den Koth?

Zur Beantwortung dieser Frage unterwarf ich den Koth einer genaueren Untersuchung. Es fiel mir vor Allem die stark saure Reaktion desselben auf, welche bei längerem Stehen immer mehr zunimmt, wovon ich mich mehrmals überzeugte. Ich wog zu dem Zwecke von einem eben entleerten Brodkoth mehrere Grammen ab, versetzte sie mit starkem Weingeist und zog sie damit so lange aus, bis das Filtrat nicht mehr sauer reagirte und beim Verdunsten keinen Rückstand mehr hinterliess. Das Alkoholextrakt wurde nun fast völlig eingedampft, mit etwas Wasser aufgenommen und in ein Kölbchen gespült. Hierzu setzte ich eine sehr verdünnte Barytlösung (1 cc. = 0.00626 Schwefelsäure), bis die Flüssigkeit neutral war. Liess ich den Koth stehen, so brauchte ich mehr Barytlösung. Es kam dabei auf die Temperatur an, der er ausgesetzt war; befand er sich an einem kühlen Orte (1. und 3. April), so brauchte

ich nach 24 Stunden ansehnlich weniger von der Barytlösung, als wenn er in der Brutwärme aufbewahrt worden war (30. März).

Ich habe auf diese Weise für 100 reinen Brodkoth, die Säure auf Schwefelsäure (SO_3) berechnet, gefunden:

Datum 1868	Säure des Kothes als Schwefelsäure			
	nass		trocken	
	frisch	nach 24 Stunden	frisch	nach 24 Stunden
30. März	0 117	0.250	0.468	0.999
1. April	0.125	0.179	0.504	0.722
3. April	0.125	0.160	0.470	0.601
5. April	0.099	—	0.525	—

Das Saurerwerden des Kothes zeigt wohl zweifellos darauf hin, dass eine Gährung im Brodkothe stattfindet. Es kann sich hier wohl nicht um eine anorganische Säure handeln, z. B. nicht um ein saures phosphorsaures Salz, da der Brodkoth nur wenig Asche giebt (7 % der trockenen Substanz) und die Menge der Säure zu gross ist.

Die Entfernung der Säure aus dem Kothe gelang sehr leicht mit Alkohol, dagegen mit kaltem oder heissem Wasser nur sehr schwer; der Rückstand nach der Erschöpfung mit Alkohol reagirte mit Wasser aufgenommen nicht mehr sauer, sondern war neutral, nach längerem Stehen mit dem Wasser sogar etwas alkalisch.

Zur näheren Untersuchung der Säure, die also offenbar organischer Natur ist, nahm ich eine grössere Menge ganz frischen Kothes, versetzte denselben mit starkem Weingeiste, liess ihn unter öfterem Umrühren damit einige Tage stehen, filtrirte dann ab und verdunstete den Weingeist. Den stark sauer reagirenden Rückstand nahm ich wieder mit Wasser auf und unterwarf ihn mit concentrirter Schwefelsäure der Destillation. In der Vorlage sammelte sich alsbald eine eigenthümlich aromatisch riechende, helle, leicht opalisirende, stark sauer reagirende Flüssigkeit, welche unter heftigem Aufbrausen mit kohlensaurem Natron versetzt und hierauf zur Trockne auf dem Wasserbade gebracht wurde. Es blieb ein fettig sich anfühlendes, auf Papier Fettflecken erzeugendes Salz zurück, das als zum grössten Theile aus Buttersäure bestehend erkannt wurde. Ausserdem waren noch Spuren von Essigsäure, Capron- und Caprylsäure u. s. w. darin

enthalten. Leider war ich nicht im Stande, eine quantitative Bestimmung dieser Stoffe zu machen, indem nach stundenlang fortgesetztem Destilliren immer noch Spuren der Säuren übergiengen. Jedenfalls wurden auf diese Weise beträchtliche Mengen Buttersäure gewonnen.

Dieser Nachweis einer organischen durch einen Gährungsprozess entstehenden Säure wirft nun ein erklärendes Licht auf den ganzen Vorgang bei der Brodverdauung, namentlich warum es nicht möglich war, mit der an und für sich hinreichenden Eiweisszufuhr im Brod den Hund zu ernähren. Die Stärke des Brodes gieng im Darm alsbald in eine Gährung über, durch welche eine starke Säure erzeugt wurde. Diese ihrerseits ruft starke Bewegungen des Darmes hervor, so dass vor der völligen Ausnützung ein beträchtlicher Theil des Brodes als Koth entfernt wird.

Nur dann, wenn das Thier sehr grosse Massen von Brod verzehrt, kann so viel Eiweiss resorbirt werden, als zur Erhaltung eines leistungskräftigen Körpers möglich ist; dann ist aber die Kothmenge und die Verschwendung an Material eine ganz enorme. Jedoch nur selten verzehren Hunde so viel Brod. Bei den vielen Brodfütterungen hat Prof. Voit nur bei einem einzigen, 22 Kilo schweren Hunde eine Deckung des Stickstoffs der Einnahmen und Ausgaben beobachtet; derselbe frass aber während 3 Tagen im Mittel im Tag die bedeutende Menge von 1054 Gmm. Brod.

Die mir freundlichst mitgetheilte Reihe war folgende:

Einnahme:	in 3163 Brod	= 40.5 N.
Ausgaben:	in 65.6 Harnstoff	= 30.6 N.
	in 318.2 (trockenem) Koth	= 9.3 N.
	Summe	= 39.9 N.

Der Hund schied demnach 0.6 Stickstoff weniger aus, als er einnahm, was einem Fleischansatze von 18 Gmm. in den 3 Tagen entspricht. Auf die im Tag verzehrten 1054 Gmm. frischen = 565 Gmm. trockenen Brodes treffen 590 frischer = 106.0 trockener Koth; es wird also hier noch mal so viel trockener Koth gebildet als bei meinem Hunde bei einem Verbrauche von 800 Brod; bei einer Steigerung des gefressenen Brodes um 32 % steigt die Kothmenge um 90 %. Der letztere trockene Koth macht 17 % der trockenen Nahrung aus und enthält 23 % des Stickstoffs der Nahrung. Nur dadurch,



dass der Hund so sehr viel Brod bewältigen konnte, war für ihn das Brod zu einer Nahrung geworden, während es für die übrigen Hunde nur ein Nahrungsmittel war, das noch des Zusatzes von etwas Eiweiss bedurfte, um zur Nahrung zu werden. Die Menschen ernähren sich darum auch nicht mit reinem Brod, sondern es wird immer eine stickstoffreiche Substanz, z. B. Käse etc., mitgegessen.

Kein anderer Stoff wie z. B. Fleischextrakt oder Kochsalz tritt in dieser Beziehung für das Eiweiss ein. Man könnte den Zusatz von Eiweiss ersparen, wenn es gelänge, mehr Eiweiss aus dem Brodchymus zur Resorption zu bringen. Dies war mir jedoch durch keinen Zusatz, selbst nicht durch Fleisch, möglich.

Ich stelle der Uebersicht halber die Resultate meiner Arbeit in einer Tabelle zusammen; es ergab sich für den Tag:

Nro. der Reihe	Zahl der Tage	Nahrung	Fleischumsatz	Fleisch vom Körper	Trockener Koth
I	19	800 Br.	315	— 65	59.7
II	20	800 Br. 20 Extr.	276	— 24	57.4
III	19	800 Br.	276	— 26	59.5
IV	15	800 Br. 100 Fl.	323	+ 13	56.0
V	14	800 Br.	277	— 19	48.4
VI	14	800 Br. 5 Extr.	282	— 27	55.9
VII	12	800 Br. 5 Extr. 3 ClNa	299	— 41	49.9
VIII	19	800 Br.	264	— 11	55.9
IX	16	302 Fl. 354 St.	276	+ 4	17.1

Auch bei Zusatz von 100 Fleisch wurde stark saurer Koth entleert, der sich ausser durch eine etwas dunklere Farbe nicht vom reinen Brodkoth unterschied; wenig Fleisch hebt also die Gährung der Stärke und die copiösen Ausleerungen nicht auf und bringt keine vermehrte Resorption des Brodes hervor, aber es wird das Eiweiss des Fleisches aufgenommen und so der Verlust vom Körper aufgehoben.

Das Fleischextrakt und das Kochsalz bedingen keine stärkere Auslaugung des Eiweisses des Brodes im Darm; der Eiweissumsatz wird

dadurch nicht geändert, höchstens in ganz geringem Maasse verstärkt, was in Uebereinstimmung mit der Angabe Kemmerich's ist, dass ein mit Fleischextrakt gefütterter Hund früher zu Grunde geht als ein völlig hungernder.

Bei der letzten Fütterungsreihe mit einer mittleren Stärkemenge und dem Eiweiss von 800 Brod in der Form von Fleisch werden im Tag nur 17.1 trockener Koth erzeugt; der Koth reagirte nur schwach sauer und wurde nicht alle Tage entleert wie bei reiner Brodfütterung. Die im Verhältniss zur Stärke grössere Menge Fleisch hemmt also hier die Gährung im Darm, während dieselbe Menge zwischen der Stärke fein vertheilten Eiweisses im Brode die Gährung nicht aufhebt. Darum ernährt sich auch das Thier mit 302 Fleisch und 354 Stärke völlig, mit der nämlichen Quantität Eiweiss im Brode aber nicht.

Wodurch diese die bedeutenden Kothmengen erzeugende Gährung und Säurebildung veranlasst wird, kann ich nicht angeben. Ich dachte zuerst an den dem Brode zugesetzten Sauerteig; deshalb fütterte ich den Hund mit Brod, das nach den ersten Angaben von Liebig ohne Sauerteig gemacht war. Ich konnte jedoch damit keine Reihe zu Stande bringen, da der Hund das Brod zu fressen verweigerte und lieber verhungert wäre. Der trotzdem in grosser Masse auftretende Koth war noch viel flüssiger und saurer, als der beim gewöhnlichen Brode. Hieraus konnte ich wenigstens ersehen, dass der Sauerteig an der Gährung im Darm nicht schuld war, sondern offenbar die Ursache im Darm selbst liegt.

Es wäre für die Ernährung der Menschen von der grössten Wichtigkeit, ein Mittel zu finden, diese Gährung zu verhüten, oder die zu rasche Entleerung des Darmes zu verhindern.

Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von entzündlichen und fieberhaften Krankheiten.

Von

Dr. Krieger, prakt. Arzt in St. Ingbert.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass kein Zweig unseres medizinischen Wissens so weit zurückgeblieben ist, als derjenige, welcher sich mit der Entstehung der Krankheiten beschäftigt.

Wir kennen eine Reihe von physikalischen, chemischen und mechanischen Einwirkungen, welche zur Entstehung von Krankheiten Veranlassung geben können, aber diese Einwirkungen erklären doch nur die weitaus mindere Anzahl von Erkrankungsfällen. Insbesondere sind uns die Ursachen, welche der Entstehung der entzündlichen und fieberhaften Krankheiten vorausgehen, zum grossen Theil unbekannt. Wir wissen zwar, dass ihr Auftreten durch eine Reihe von Einwirkungen allgemeiner oder besonderer Art beeinflusst wird, von welchen ich „erbliche Anlage", „individuelle Disposition", „klimatische Einwirkungen", „Erkältung", „Fallen des Grundwassers" etc. etc. anführe, aber immerhin ist, obgleich es an grossentheils hypothetischen Erklärungsversuchen nicht fehlt, der nähere Vorgang und die Bedeutung der einzelnen Factoren auf die Krankheitsgenese noch nicht aufgehellt.

Ich habe mich bemüht, die Entstehung einer Anzahl entzündlicher und fieberhafter Krankheitsformen von gewissen Lebensbedingungen, von Beschäftigung, Wohnungs- und Nahrungsverhältnissen u. s. w. abzuleiten, und habe nun gefunden, dass ein Complex von Einwirkungen dem Ausbruch derselben so häufig vorausging, dass ich an einen engeren Zusammenhang zwischen diesen Vor-

gängen und der Entstehung jener Krankheitsformen nicht zweifeln möchte. Diese Einwirkungen, welche sich demnach als Krankheitsursachen darstellen würden, sind:

1) Störungen der allgemeinen oder localen Wärmeökonomie unseres Körpers.
2) Durchtränkung des Körpers oder einzelner Gewebstheile mit Wasser.

Es repräsentiren diese Einwirkungen zwar höchst geringe, aber stete Schädlichkeiten, welche längere Zeit fortgesetzt durch Cumulirung dieselben Resultate hervorbringen, wie eine kurze heftige Wirkung, welche schnell vorübergeht, und zwar disponiren dieselben sowohl im Allgemeinen zu entzündlichen und fieberhaften Erkrankungen, als sie auch von Einfluss auf die Localisation derselben sind.

Ehe ich die Einzelnheiten meines Themas berühre, finde ich es für zweckmässig, die Wärmeökonomie unseres Körpers, insoweit dieselbe von den äusseren Lebensbedingungen: Wohnung, Nahrung, Kleidung, Beschaffenheit der Luft, Beschäftigung, von Sitten und Gewohnheiten u. s. w. influirt ist, zu besprechen. Es sind dies solche Puncte, über welche eine Verständigung unerlässlich ist, da erst dann die Mittheilung der aetiologischen Verhältnisse Werth hat. Bei den Problemen, um deren Lösung es sich handelt, muss oft ein Jedes der oben angeführten Momente, über deren Einfluss möglichste Klarheit herrschen soll, in Rechnung gezogen werden. In Folgendem habe ich versucht, soweit dies in meinen Kräften lag und vor mir noch nicht geschehen, ihren Werth für die Wärmeökonomie unseres Körpers zu bestimmen, und mögen so die folgenden Capitel als theoretische Vorstudien zu einer Hydro- und Thermopathogenese ihre Aufnahme finden.

Ueber die Eigenwärme des menschlichen Körpers.

Die Temperatur unseres Körpers würde durch die in ihm erzeugte Wärme bis zu einem gewissen Maximum steigen, wenn nicht das ihn umgebende Medium durch seine Fähigkeit, sich zu erwärmen und Wasserdampf aufzunehmen, einen gleichzeitig mit der Körpertemperatur zunehmenden Wärmeverlust verursachte.

Es gibt in Folge dessen innerhalb gewisser Grenzen für jede

Grösse der Wärmeproduction und für alle Zustände des äusseren Mediums, welche die „äusseren Wärmeableitungsbedingungen" darstellen, eine gewisse Temperatur des Körpers, bei welcher Wärmeproduction und Wärmeabgabe im Gleichgewicht stehen, oder die Wärmebewegung sich im Beharrungszustande befindet. Diese Gleichgewichtstemperatur, einmal erreicht, bleibt constant, so lange weder die Wärmeproduction noch die äussern Wärmeableitungsbedingungen sich ändern, oder auch, wenn eine Aenderung ersterer von einer entsprechenden Aenderung in gleichem Sinne Seitens der letzteren begleitet ist.

Bei jeder Störung des Beharrungszustandes der Wärmebewegung Seitens der Wärmeproduktion oder der Wärmeableitung nimmt auch die Körperwärme continuirlich neue Werthe an, sie bewegt sich gegen eine neue Gleichgewichtstemperatur.

Unser Organismus kann nun erfahrungsgemäss nur geringe Schwankungen der Eigenwärme ertragen, er würde unter den enormen Variationen der Wärmeproduction und der äussern Wärmeableitungsbedingungen unfehlbar rasch zu Grunde gehen, wenn es nicht Mittel gäbe, wodurch das Gebiet der Gleichgewichtstemperaturen wesentlich eingeschränkt würde. Diese Mittel der „Wärmeregulirung" sind theils selbstthätige, theils willkürliche, und wirken modificirend theils auf die Production, theils auf die Ableitungsbedingungen der Wärme. Sie sollen in Folgendem ausführlich besprochen werden.

So nützlich und unentbehrlich aber die Mitwirkung dieser Wärmeregulirungsmittel für die Erhaltung des Organismus genannt werden muss, so hinderlich wird sie, wenn es sich darum handelt, das Gesetz der Körperwärme zu untersuchen. Nehmen wir zuerst an, wir dürften von den Wärmeregulirungsmitteln gänzlich absehen, d. h. dieselben behielten sämmtlich während einer gewissen Zeit constante Werthe bei: in diesem Falle ist die Körperwärme T eine Function von nur zwei Variablen, nämlich der Wärmeproduction einerseits und der äussern Wärmeableitungsbedingungen anderseits. Jede dieser zwei Variablen ist allerdings wieder Funktion mehrerer andern Variablen, denn die Wärmeproduction ist, wie wir wissen, das Resultat der gleichzeitigen Thätig-

keit vieler Organe, und die äussern Wärmeableitungsbedingungen umfassen im Allgemeinen die Temperatur, den Dampfgehalt und die relative Bewegungsgeschwindigkeit der Luft.

Wenn nun auch wenig Aussicht vorhanden ist, dass es gelingen werde, die Abhängigkeit der Körperwärme von Wärmeproduction und äussern Wärmeableitungsbedingungen durch eine mathematische Formel darzustellen, so gestattet doch schon die Kenntniss von der Existenz dieser doppelten Abhängigkeit Eine practisch wichtige Folgerung. Wissen wir nämlich von der einen Variablen, dass sie constant bleibt, so hängt T nur von der andern ab; wir müssen also bei jeder Aenderung dieser Variablen eine entsprechende Aenderung von T erwarten, und dürfen, wenn eine Aenderung von T beobachtet wird, rückwärts schliessen, dass auch jene Variable sich geändert hat.

Nach diesem einfachen Grundsatze erklärt sich eine grosse Menge von Erscheinungen, die experimentell auf ihre wahre Ursache zurückgeführt wurden.

a) Die äussern Wärmeableitungsbedingungen bleiben constant; nimmt die Wärmeproduction ab oder zu, so muss auch die Körperwärme sinken oder steigen. Darnach steigt die Körperwärme beim Uebergang von Schlaf in Wachen, von Muskelruhe in Muskelbewegung,[1]) von geistiger Ruhe in geistige Thätigkeit.

b) Die Wärmeproduction bleibt constant. Werden die äussern Wärmeableitungsbedingungen günstiger oder ungünstiger, so muss die Körperwärme sinken oder steigen. Wir bemerken eine Temperatursteigerung, wenn die umgebende Luft erwärmt, ihr Dampfgehalt gemehrt, ihre Bewegung also der Luftwechsel vermindert wird, so auch durch indirecte Einhüllung des Körpers.

Es ist selbstverständlich von grösster Wichtigkeit, den Einfluss jeder einzelnen Variablen für sich getrennt von den andern zu

1) In einem der nächsten Hefte werde ich erst Gelegenheit haben, den experimentellen Nachweis zu bringen, dass der sogenannte typische Gang unserer Körpertemperatur (die periodischen Schwankungen desselben) mit Tag und Nacht Nichts zu thun hat, sondern rein von Wärmeproduction und Wärmeableitung abhängig ist. Der typische Gang ist nämlich umkehrbar, sobald man im Tag schläft, in der Nacht wacht, isst, trinkt und arbeitet.

untersuchen und kennen zu lernen; erst wenn wir alle Variablen genau kennen, deren Einfluss und deren Abhängigkeit von einander in Zahlen zu geben vermögen, wird uns ein besserer Einblick in den Wärmehaushalt unseres Körpers nicht verschlossen bleiben. Von dieser Ueberzeugung geleitet, habe ich versucht, Berechnungen auszuführen, wie viel Wärme ein Mensch bei der oder jener Lebensweise durch Lunge oder Dauungskanal abgibt, und dann, da mir dies für die äussere Haut nicht möglich, wie die Ableitungsbedingungen für dieselbe unter gewissen Verhältnissen beschaffen sind.

I. Berechnung der Wärmemenge, welche durch unsere Lunge bei verschiedenen Temperaturen und bei verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten der Luft abgegeben wird.

Die Wärmemenge, welche unsere Lunge an die äussere Atmosphäre abgibt, oder in seltenen Fällen, welche hier nicht weiter berücksichtigt werden sollen, aufnimmt, ist eine sehr verschiedene; sie hängt von einer Reihe von Factoren ab, welche hier kurz besprochen werden soll.

1) Von dem Volumen (Quantität) der Athemluft. Für das ruhige Athmen ohne Körperbewegung sind die Angaben ziemlich differirend: Valentin gibt 380[1]), Wundt 570 Liter[2]) per Stunde an. Wundt bezieht sich auf einen Mittelwerth von Vierordt[3]), welcher die Luftmenge eines Athemzuges auf 500 C. C. durchschnittlich berechnet, dagegen blos 12 Athemzüge per Minute annimmt, während Wundt 19 Athemzüge per Minute, eine Durchschnittszahl von Hutchinson[4]) in Rechnung bringt. Pettenkofer nimmt 300 Liter an. Ich werde den Werth von Valentin in Rechnung ziehen, da derselbe mit einer neuern Angabe von Lossen[5]) übereinstimmt, nach welcher sich das Volumen per Stunde auf 378 Liter berechnet.

Bei andern Bewegungszuständen des Körpers ist nun diese

1) Valentin, Lehrb. d. Physiologie. 2. Aufl. pag. 222.
2) Wundt, Physiologie. 1. Aufl. pag. 330.
3) Vierordt, Physiologie. 1860. pag. 157.
4) Ludwig, Physiologie. 1. Aufl. Bd. II. pag. 314.
5) Lossen, diese Zeitschrift. Bd. II. pag. 253.

Grösse eine wesentlich verschiedene; den Angaben von Smith[1]) zufolge verhalten sich die Athmungsvolumina beim Schlaf, bei der Ruhe und bei starker körperlicher Arbeit z. B. bei anstrengendem Marschiren, wie

1 : 1,33 : 3,25 (bei circa 3 engl. Meilen per Stunde).

Nimmt man für die Ruhe 380 Liter an, so ergeben sich demnach für den Schlaf 280, für die Arbeit 930 Liter per Stunde, die Zahlen abgerundet. Das Athmungsquantum für 24 Stunden wird folglich davon abhängen, wie sich diese Zeit auf Schlaf, Arbeit und Ruhe vertheilt.

Widmet ein Mensch 8^h dem Schlafe, 8^h anstrengender körperlicher Arbeit und 8^h der Ruhe, so berechnet sich dasselbe zu

$$8.280 + 8.380 + 8.930 = 12720 \text{ Liter.}$$

Werden andernfalls 8^h auf Schlaf, 16^h auf Ruhe verwendet, so ergeben sich:

$$8.280 + 16.380 = 8320 \text{ Liter per Tag.}$$

Diese Werthe mögen als Mittelwerthe für die ein- und ausgeathmete Luft gelten, es soll also die Volumveränderung in Folge des Gasaustausches und der Erwärmung unberücksichtigt bleiben.

2) Von der Temperaturänderung der Athemluft. Die Temperatur der ausgeathmeten Luft Te ist eine Function mehrerer Variablen, nämlich der Temperatur der eingeathmeten Luft Ta, der Temperatur der Luftwege und der Residualluft, endlich der Anzahl der Inspirationen in der Zeiteinheit.[2]) Je niedriger Ta, desto längere Zeit wird bis zum Ausgleich mit der Körpertemperatur oder vielmehr mit der der Luftwege und der Residualluft verstreichen.

Je höher die Körpertemperatur, desto höhere Werthe wird die Inspirationsluft annehmen können; je schneller die Athemzüge auf einander folgen, desto weniger vollständig erfolgt der Temperaturausgleich zwischen Ta und der Körpertemperatur.

Einige einfache Versuche bestätigen dies. Vermochte meine Exspirationsluft bei 17° C. Zimmertemperatur und bei 37,7° Körpertemperatur einen zwischen den Zähnen gehaltenen empfindlichen

1) Wundt, Physiologie. 1. Aufl. pag. 138.

2) Valentin, Physiologie, pag. 215.

Thermometer auf 36,2° C. zu erwärmen, so stieg die Temperatur der Exspirationsluft, nachdem ich meine Körpertemperatur durch mechanische Arbeit auf 38,1° getrieben hatte, auf 36,4° C. Dies bei sehr langsamen In- und Exspirationen; als ich darnach sehr schnell athmete, fiel die Temperatur der Exspirationsluft von 36,4° auf 35,2° und noch tiefer.

Um diesen Versuch anzustellen, muss man sich im rhythmischen Oeffnen und Schliessen des Mundes vorher einüben. Man athmet durch die Nase ein, durch den Mund aus; das Thermometer wird nach den Valentin'schen Cautelen zwischen den Zähnen gehalten. Vermittelst eines kleinen Spiegels kann man selbst die Temperatur ablesen.

Da nun bei mechanischer Arbeit, beim Fieber die Körpertemperatur erhöht, die Respirationsfrequenz eine vermehrte ist, so steht Te unter dem Einflusse zweier entgegengesetzter Einwirkungen, so dass möglicherweise bei den verschiedenen Bewegungszuständen des Körpers oder bei gesteigerter Körpertemperatur Te nur von Ta abhängt.

Directe Versuche habe ich zu wenige gemacht, um diese Frage zu entscheiden; die mögliche Differenz ist aber jedenfalls so unbedeutend, dass sie in Folgendem vernachlässigt werden kann.

Aus mehreren Ursachen lässt sich vermuthen, dass die Temperatur der ausgeathmeten Luft auch von dem Feuchtigkeitsgrade der Inspirationsluft abhängt, dass sie nämlich gleichzeitig mit demselben etwas steigt. Eigene thermometrische Messungen haben indessen diesen Einfluss nicht bestimmt erkennen lassen. Ich will daher Te, welches überhaupt nur in engen Grenzen variirt, als allein von Ta abhängig voraussetzen.

Nach den Angaben, welche Valentin[1]) über die Temperatur der Exspirationsluft für verschiedene Temperaturen der Inspirationsluft macht, werde ich der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn ich als zusammengehörige Werthe:

---

1) Valentin, l. c. pag. 214.

$Ta =$	$Te =$
-10^0 C.	$+30^0$ C.
$+0^0$	$32,7^0$
$+5^0$	$33,9^0$
$+10^0$	35^0
$+12,5^0$	$35,6^0$
$+15^0$	36^0
$+17,5^0$	$36,5^0$
$+20^0$	$36,9^0$
$+25^0$	$37,2^0$
$+30^0$	$37,5^0$

in Rechnung bringe. Für $Ta = -10$ und $+ 20^0$ stimmen die Werthe von Te nahezu mit den von Valentin notirten, alle andern habe ich mit abnehmenden Differenzen interpolirt, da einige Beobachtungen ein solches Verhalten von Te wahrscheinlich machen.

3) Von der specifischen Wärme der Athmungsluft. De la Roche und Berard[1]) geben die spec. Wärme der atmosphärischen Luft bei gleichem Druck auf 0,267 (Wasser = 1 dem Gewichte nach) an, während Regnault dieselbe auf 0,2377 berechnete. Ich werde den erstern Werth in den Berechnungen benützen, da auch Andere, z. B. Ludwig[2]), denselben so annahmen.

4) Von dem Gasaustausch zwischen dem Blute und der Athmungsluft. Was zunächst die Grösse der ausgetauschten Gasmengen betrifft, so werden bei ruhigem Athmen ohne Körperbewegung nach den Untersuchungen von Pettenkofer und Voit per Stunde 20 Liter O aufgenommen und 19 Liter CO_2 ausgeschieden. Gegenüber dem Gesammtvolumen der Athmungsluft in derselben Zeit repräsentirt also dieser Gasaustausch circa $5^0/_0$. Nun muss der O von der Temperatur der Inspirationsluft auf die des Blutes gebracht werden, die CO_2 von der des Blutes auf diejenige der Exspirationsluft; dies sind Wärmeübergänge in entgegengesetztem Sinne.

Ebenso wird ein Wärmegewinn dadurch verursacht, dass der O einen niedrigeren Aggregatzustand annimmt, andererseits ein Wärmeverlust durch den Uebergang der CO_2 aus Lösung in Gas-

---

1) Müller-Pouillet, II. 723. 6. Aufl.
2) Ludwig, Physiologie, Bd. II. pag. 718.

form. Da hiernach die auftretenden Wärmeübergänge paarweise entgegengesetzter Art sind, und ausserdem nur sehr kleine Gasmengen betreffen, so darf die algebraische Summe dieser Wärmemengen jedenfalls vernachlässigt werden.

5) Von dem Wasserdampfgehalt der Athmungsluft. Bei der Inspirationsluft kommen verschiedene Sättungsgrade vor; der Einfluss derselben auf die Wärmemenge, die wir abgeben, wird sich deutlich genug erkennen lassen, wenn ich die Berechnung der letzteren für absolut trockene Luft durchführe, und endlich für Luft mit 50, 60, 70, 80, 90 und 100 Procenten Sättigung.

Wofern die Inspirationsluft kälter als die Lungenschleimhaut, wird sie, ob trocken oder feucht, jedenfalls noch Wasserdampf aufnehmen, und eine der Dampfmenge entsprechende Wärmemenge fortführen. Bei feuchter Inspirationsluft würde ausser der Verdunstungswärme auch diejenige zu berücksichtigen sein, wodurch der schon vorhandene Wasserdampf auf die Temperatur der Exspirationsluft gebracht werden muss; da indessen bei feuchter Luft unter gewöhnlichem Luftdruck die übrigen Bestandtheile in etwas geringerer Menge vorhanden sind, und die quantitative Zusammensetzung überhaupt nur in engen Grenzen variirt, so kann man vom Einfluss des Dampfgehaltes auf die specifische Wärme, also auf die zur Temperaturänderung der Athmungsluft erforderliche Wärmemenge absehen. Bei den verschiedenen Berechnungen wurde die Exspirationsluft immer als mit Wasserdampf gesättigt angenommen, wie dies Valentin[1]) durch Vergleichung ihrer Temperatur mit dem Gewichte ihres Wassergehaltes experimentell nachwies. Auch Barral und Helmholtz[2]) nahmen bei ihren Berechnungen die Exspirationsluft gesättigt an.

Ich berechne nun die Wärmeabgabe per 1000 Liter der Athmungsluft, indem ich folgende Voraussetzungen mache:

$$Ta = 10^0 \quad Te = 35^0 \text{ C.}$$

die Inspirationsluft sei in einem ersten Falle vollständig trocken.

---

1) Valentin, l. c. pag. 216.
2) Ludwig, Physiologie, Bd. II. pag. 481.

a) Wärmeabgabe durch Erwärmung der Athmungsluft.

Das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft bei 0° und 760 Mm. Druck, ist nach Regnault[1]) $s = 0{,}001293187$; das der Athmungsluft schwankt in Folge der Temperaturänderung zwischen

$$s.\frac{1}{1+\alpha.10} \quad \text{und} \quad s.\frac{1}{1+\alpha.35}$$

worin α nach Magnus[2]) = 0,003665 ist. Im Mittel beträgt das specifische Gewicht nach diesen Werthen berechnet = 0,0011958. Das Gewicht von 1000 Liter Athmungsluft = 1,1958 Kilogramm.

Die Erhöhung der Temperatur beträgt

$$Te - Ta = 35^0 - 10^0 = 25^0 \text{ C.}$$

Nach de la Roche und Berard beträgt die spec. Wärme der Luft = 0,267[3]).

Da nun die entsprechende Wärmemenge, welche zur Erwärmung der Athemluft verbraucht wird, (Qa) sich als Produkt von Gewicht mal Temperaturänderung mal specifische Wärme berechnet, so ist $Qa = 1{,}1958 . 25 . 0{,}267 = 7{,}982$ Calorien.

b) Wärmeabgabe durch Dampfbildung.

Da die Exspirationsluft mit Wasserdampf von 35° gesättigt ist, so beträgt dessen specifisches Gewicht 0,00003951[4]) und sein absolutes Gewicht 0,03951 Kilogramm per 1000 Liter.

Während der Verdampfung ändert sich die Temperatur der Athemluft von 10° auf 35°; ihr Mittelwerth beträgt 22,5°. Die gebundene Wärmemenge wird nun ziemlich genau dargestellt werden, wenn man annimmt, dass die ganze Dampfmenge bei 22,5° entstehen und nachher noch von 22,5° auf 35°, d. i. um 12,5° erwärmt werden muss. Der erste Vorgang erfordert eine Wärmemenge Qb,

---

1) Müller-Pouillet, II. 601.

2) Müller-Pouillet, II, 593.

3) Müller-Pouillet, 6. Aufl. II. 723.

4) Müller-Pouillet, 6. Aufl. II. 642. — Zu obigen Berechnungen benutzte ich Tabellen des spec. Gewichts des Wasserdampfes aus dem Lehrbuch der technischen Physik von Ferd. Hessler, 3. Aufl. 1866, Bd. II. Tab. 26, welche von den in Müller-Pouillet angegebenen Werthen nur wenig differiren. Müller-Pouillet gibt die Werthe nur von 5° zu 5° C. und hätte ich für die einzelnen Temperaturgrade erst interpoliren müssen.

gleich dem Product von „Gewicht mal Verdampfungswärme." Letztere ist nach **Regnault**:[1])

$$606{,}5 + 0{,}305 . 22{,}5 = 613{,}36$$

also ist:

$$Qb = 0{,}03951 . 618{,}36 = 24{,}23 \text{ Calorien.}$$

Der zweite Vorgang erfordert eine Wärmemenge Qb_2 gleich dem Producte von Gewicht mal Temperaturänderung mal specifische Wärme. Letztere ist nach de la Roche und Berard 0,847, also

$$Qb_2 = 0{,}03951 . 12{,}5 . 0{,}847 = 0{,}418 \text{ Calorien.}$$

Die Summe Qb beider Wärmemengen ist:

$$Qb = 24{,}23 + 0{,}418 = 24{,}65 \text{ Calorien.}$$

Die ganze durch die Athmung abgegebene Wärme Q bei obigen Voraussetzungen ist:

$$Q = Qa + Qb = 7{,}98 + 24{,}65 = 32{,}63 \text{ Calorien.}$$

Setze ich in einem zweiten Falle voraus, die Inspirationsluft sei mit Wasserdampf gesättigt, so ändert sich nach dem oben Gesagten Qb insofern um eine geringere Dampfmenge, als vorhin ausreicht, die Exspirationsluft bis zur Sättigung zu durchfeuchten.

Das spec. Gewicht des Dampfes von 10° ist 0,00000938, daher die vorhandene Dampfmenge 0,00938 Kilogramm und die neugebildete 0,03951 — 0,00938 = 0,03013 Kilogramm. Die erforderliche Wärmemenge ist nun auf dieselbe Weise wie oben zu berechnen, daher einfach dem Dampfgewichte proportional:

$$Qb = 24{,}65 . \frac{0{,}03013}{0{,}03951} = 18{,}80 \text{ Calorien.}$$

Dies zu Qa addirt, gibt die ganze durch die Athmung abgegebene Wärmemenge:

$$Q = 7{,}98 + 18{,}80 = 26{,}78.$$

Auf diese Weise habe ich folgende Tabellen berechnet, welche für die Athmung bei verschiedenen Temperaturen und Sättigungsgraden der Inspirationsluft die pro 1000 Liter und pro Tag abgegebenen Wärmemengen darstellt. Die Temperaturen sind in Cen-

1) **Müller-Pouillet**, II. 681.

tesimalgraden, die Wärmemengen in Calorien bezogen auf Kilogramme und Centesimalgrade angegeben.

Ich nehme hier Veranlassung, Herrn Ingenieur Böttcher meinen Dank für die Unterstützung auszusprechen, welche mir derselbe mit grosser Bereitwilligkeit bei Berechnung dieser Tabellen und besonders bei den später zu erwähnenden Temperaturmessungen leistete.

Meines Wissens existirt nur Eine ähnliche Berechnung, welche bis jetzt immer bei Arbeiten über die Wärmeabgabe von verschiedenen Autoren benutzt wurde. In einer kleinen Tabelle zeigte Helmholtz[1]), um wie viel ein Luftvolum von 1 Gmm. bei 760 Mm. Druck durch Aufnahme von Wärme und Wasserdampf abkühlend wirken kann für eine Temperatur der Luft von 0° — 30° C. mit den angegebenen Sättigungsgraden, wenn sich dasselbe bis zu 37° erwärmt und mit Wasserdampf sättigt.

Tabelle von Helmholtz.

Temperatur der Luft	Gebundene Wärmemenge durch Dampfbildung bei verschiedenen Sättigungsgraden				Zur Erwärmung der Luft erforderliche Wärme
	50%	70%	90%	100%	
30° C.	15,0	12,1	9,3	7,9	1,7
20° C.	20,5	18,9	17,3	16,5	4,2
10° C.	25,1	24,2	23,3	22,9	6,9
5° C.	27,4	26,5	25,9	25,5	7,4
0° C.	29,1	28,6	28,2	28,0	9,9

Da diese Tabelle mehr für die Wärmeabgabe der Haut berechnet ist, so hielt ich es für nothwendig, neue Tabellen anzufertigen. Ein Vergleich zwischen dieser Tabelle und den meinigen wird sofort die grossen Differenzen, welche durch die Temperaturänderung der Exspirationsluft bei verschiedenen Werthen der Inspirationsluft bewirkt werden, in's Auge fallen lassen.

1) Helmholtz, encyklopäd. Wörterbuch der medicin. Wissensch., Artikel Wärme. 1846. Bd. 35.

Tabelle I.
Wärmeabgabe durch den Athmungsprozess.

Ta	*Te*	*Qa*	Qb_1 0%	Qb_2 50%	Qb_3 60%	Qb_4 70%	Qb_5 80%	Qb_6 90%	Qb_7 100%
— 10°	30°	13,32	18,94	18,03	17,84	17,66	17,48	17,29	17,11
0°	32,7°	10,68	21,86	20,33	20,01	19,70	19,39	19,08	18,77
+ 5°	33,9°	9,32	23,29	21,16	20,73	20,31	19,88	19,46	19,03
+ 10°	35°	7,98	24,65	21,73	21,14	20,56	19,97	19,39	18,80
+ 12,5°	35,6°	7,33	25,40	21,99	21,30	20,62	19,94	19,25	18,57
+ 15°	36°	6,63	25,99	22,00	21,20	20,40	19,61	18,81	18,01
+ 17,5°	36,5°	5,97	26,69	22,09	21,16	20,24	19,32	18,40	17,48
+ 20°	36,9°	5,29	27,09	21,73	20,66	19,59	18,51	17,44	16,37
+ 25°	37,2°	3,78	27,75	20,63	19,20	17,78	16,35	14,93	13,50
+ 30°	37,5°	2,31	28,14	18,77	16,90	15,02	13,15	11,27	9,40

Qa: Zur Temperaturänderung d. Athemluft erforderliche Wärmemenge pro 1000 Liter.

Qb_1–Qb_7: Zur Dampfbildung erforderliche Wärmemenge bei verschiedenen Sättigungsgraden der Athemluft pro 1000 Liter.

Tabelle II.
Total der Wärmeabgabe bei verschiedenen Sättigungsgraden der Inspirationsluft.

Ta	Q_1 0%	Q_2 50%	Q_3 60%	Q_4 70%	Q_5 80%	Q_6 90%	Q_7 100%
— 10°	32,26	31,35	31,16	30,98	30,80	30,61	30,43
0°	32,56	31,01	30,69	30,38	30,07	29,76	29,45
+ 5°	32,61	30,48	30,05	29,63	29,20	28,78	28,35
+ 10°	32,63	29,71	29,12	28,54	27,95	27,37	26,78
+ 12,5°	32,73	29,32	28,63	27,95	27,27	26,58	25,90
+ 15°	32,62	28,33	27,53	26,73	25,94	25,14	24,34
+ 17,5°	32,66	27,06	26,13	25,21	25,29	24,37	23,45
+ 20°	32,38	27,02	25,95	24,88	23,80	22,73	21,66
+ 25°	31,53	24,41	22,98	21,56	20,13	18,71	17,28
+ 30°	30,45	21,08	19,21	17,33	15,46	13,58	11,71

Tabelle III.
Total bei 8 Stunden Arbeit (7440 Liter).

Ta	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
— 10°	—	—	—	233	232	231	229	228	226
0°	—	—	—	231	228	226	224	221	219
+ 5°	—	—	—	227	224	221	217	214	211
+ 10°	—	—	—	221	217	212	208	204	199
+ 12,5°	—	—	—	218	213	208	203	198	193
+ 15°	—	—	—	212	206	200	193	187	181
+ 17,5°	—	—	—	209	202	195	188	181	175
+ 20°	—	—	—	203	195	186	178	170	161
+ 25°	—	—	—	181	171	160	150	139	129
+ 30°	199	185	171	157	143	129	115	101	87

Tabelle IV.

Total bei 8 Stunden Schlaf, 8 Stunden Ruhe (5280 Liter).

Ta	50%	60%	70%	80%	90%	100%
— 10°	166	165	164	163	162	161
0°	164	162	160	159	157	156
+ 5°	161	158	156	154	152	150
+ 10°	157	154	151	148	145	141
+ 12,5°	155	151	148	144	140	137
+ 15°	150	146	142	137	133	129
+ 17,5°	149	144	139	134	129	124
+ 20°	144	138	132	126	120	114
+ 25°	129	121	114	106	99	91
+ 30°	112	102	92	82	72	62

Tabelle V.

Total bei 8 Stunden Schlaf, 16 Stunden Ruhe (8320 Liter).

Ta	50%	60%	70%	80%	90%	100%
— 10°	261	259	258	256	255	253
0°	258	255	253	250	248	245
+ 5°	254	250	247	243	239	236
+ 10°	247	242	237	233	228	223
+ 12,5°	244	239	233	227	221	216
+ 15°	237	230	223	216	209	203
+ 17,5°	233	226	218	210	203	195
+ 20°	227	218	208	199	190	180
+ 25°	203	191	179	167	156	144
+ 30°	177	161	145	129	113	97

Diese Tabellen machen keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit, aber ich möchte ihnen wenigstens den Werth beilegen, dass sie uns einen brauchbaren Maassstab an die Hand geben bei Beantwortung der Frage, in welchem Grade die Wärmeabgabe unserer Lungen bei einer bestimmten Temperatur und Feuchtigkeitsgehalte der Luft und bei einem bestimmten Bewegungszustande unseres Körpers gefördert oder gehindert ist.

Alle Factoren, auf welche es bei der Berechnung ankömmt, insbesondere die nach Valentin angenommenen Werthe für die Temperatur der Exspirationsluft, sind nach Einer bestimmten Untersuchungsmethode gewonnen und haben also jedenfalls relative, wenn auch nicht absolute Geltung. Mögliche Differenzen würden daher das Verhältniss zwischen den angegebenen Werthen der Tabellen nur wenig ändern. Eine Ausnahme macht Ein Factor, und zwar der wichtigste von allen: der Sättigungsgrad der Exspirationsluft.

Wie Eingangs bemerkt, wurde den Berechnungen die Annahme unterlegt, dass die Exspirationsluft mit Wasserdampf immer vollständig gesättigt sei. Diese Voraussetzung ist gewiss in ihrer Allgemeinheit unrichtig, aber ich bemerke, dass die Aufnahme von Wasserdampf Seitens der Exspirationsluft hauptsächlich abhängt von der Anzahl der Athemzüge in der Zeiteinheit; wie Valentin in einer kleinen Tabelle nachwies, fällt der Wassergehalt der Exspirationsluft mit der Frequenz der Athemzüge.

Es gibt nun eine Reihe von Beschäftigungen, bei welchen theils durch eine gebückte zusammengekauerte Stellung, theils durch anderweitige Inanspruchnahme von Respirationsmuskeln (bei Webern, Steinhauern, Bergleuten u. s. w.) ein freies ungezwungenes tiefes Respiriren mehr oder minder gehemmt ist. Bei diesen Beschäftigungen ist dann natürlich auch die Athemfrequenz im Verhältniss zur Arbeitsleistung eine vermehrte und die Sättigung mit Wasserdampf nicht so vollständig. Es ist dabei wohl kaum nöthig, auf das wichtige physikalische Gesetz aufmerksam zu machen, wonach die Schnelligkeit der Verdunstung mit dem Wassergehalt der Atmosphäre abnimmt. Wäre nun die Exspirationsluft nicht vollständig gesättigt, so würde dieselbe in einer feuchtern Luft nicht allein absolut, sondern auch relativ weniger Wasserdampf aufgenommen haben als in einer mehr trockenen Luft. Da nun aber meine Folgerungen und Schlüsse auf die verminderte Wärmeabgabe in warmer und gesättigter Luft und in manchen Fällen auf die Wärmeabgabe während der Arbeitszeit, also bei vermehrter Respirationsfrequenz, basiren, so kommt dieser Fehler nur meinen Schlüssen zu gut, denn es ist ohne Weiteres einleuchtend, dass in solcher Atmosphäre und bei solchen Zuständen unseres Körpers die Wärmeabgabe noch geringer ist, als die in den Tabellen angeführten Werthe uns lehren.

Folgerungen aus obigen Tabellen.

Die beiden ersten Tabellen lassen in bequemer Weise erkennen, in wie weit die totale Wärmeabgabe, welche mit dem Athmungsprocess verbunden ist, durch die Temperatur und durch den Feuchtigkeitsgehalt der Inspirationsluft beeinflusst wird.

Betrachten wir die Werthe $Q_1 - Q_7$ auf Tabelle II, so sehen wir, dass die Wärmeabgabe für gleiche Volumina der Athemluft im Allgemeinen abnimmt, wenn jene beiden Variablen, Temperatur und Dampfgehalt der Luft, zunehmen. Wir sehen ferner, dass der besondere Einfluss der Temperatur mit dem Dampfgehalt, der besondere Einfluss des Dampfgehaltes mit der Temperatur steigt; in Folge dessen stellt sich eine sehr grosse Differenz der Wärmeabgabe bei kalter trockener gegenüber derjenigen bei heisser feuchter Luft heraus, ein Verhältniss etwa wie 3 : 1 in den Grenzen unserer Tabelle.

Endlich ist der besondere Einfluss der Temperatur beinahe Null, wofern die Luft absolut trocken, ebenso der besondere Einfluss des Dampfgehaltes verschwindend klein, wofern die Luft hinreichend kalt. Die Wärmeabgabe wäre hienach constant bei absolut trockener Luft unabhängig von der Temperatur; desgleichen bei sehr kalter Luft, welches auch ihr Dampfgehalt sei. Dieser nahezu constante Werth ist zugleich das Maximum der möglichen Wärmeabgabe.

Es ist einigermaassen überraschend, dass bei so verschiedenen äusseren Abkühlungsbedingungen dennoch eine annähernd constante Wärmeabgabe wenigstens für die Lunge stattfindet. Denselben Bedingungen lässt sich aber auch die Wärmeabgabe der Haut, wie wir unten sehen werden, theils durch selbstthätige Compensation, theils durch Aenderung der Bekleidung oder Zimmertemperatur leicht accommodiren, während bei gleichzeitig sehr heisser und sehr feuchter Luft die vorhandenen Mittel der Wärmeregulation nicht ausreichen. Hienach müssen Trockenheit und Kälte und zwar jede für sich geradezu als die der Wärmeableitung günstigsten äussern Bedingungen angesehen werden.

Was unser Clima betrifft, so ist der Sättigungsgrad der Atmosphäre in den Wintermonaten durchschnittlich höher als in der wärmeren Jahreszeit, derart[1]) dass in den Wintermonaten die Luft mit circa 70—90, in den Sommermonaten mit 50 — 70 % gesättigt ist. Weniger als 50% kommt in unserm Clima selten vor. Ferner

1) Ludwig, Physiologie. Bd. II. S. 301.

ist die relative Dampfmenge Mittags zur Zeit der höchsten Tagestemperatur am geringsten, Morgens zur Zeit der niedrigsten Temperatur am höchsten. Durch dieses Verhalten ist eine ziemlich constante Wärmeabgabe selbst bei sehr verschiedenen Temperaturen der atmosphärischen Luft möglich, und der Wärmeabfluss durch den Athmungsprocess scheint nur selten beschränkt.

Die geographische Verbreitung der Krankheiten der Respirationsorgane ist nicht überall auf Erden die gleiche. Die catarrhalischen Erkrankungen der Respirationsschleimhaut, Croup, Lungenschwindsucht etc. sind in manchen Climaten häufiger, in anderen seltener. Bis jetzt hat man einen gewissen Einfluss der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Elevation auf die Genese dieser Krankheiten[1]) bereits festgestellt. Doch konnten meiner Ansicht nach die Aufschlüsse, welche uns bis jetzt die geographische Pathologie über den Einfluss dieser Factoren gegeben hat, deshalb nicht ganz die richtigen sein, weil die Mehrzahl der Menschen während der grössern Zeit unter dem Einfluss eines künstlichen Climas statt des gegebenen lebt, da Temperatur und Dampfgehalt in geschlossenen Räumen immer andere Werthe haben, wie in der freien Luft.

Je kälter und feuchter ein Clima, desto mehr ist der Mensch genöthigt, Schutz vor den Einflüssen der Witterung zu suchen. Unsere Wohnungen erfüllen diesen Zweck; sie bieten uns Schutz und Schirm vor Nässe und Kälte, aber, indem sie dies thun, athmen wir eine Luft ein, die in Temperatur und Dampfgehalt wesentlich von derjenigen der äussern Atmosphäre differirt. Insbesondere gilt dies von der Erziehung unserer Kinder. Der grössere Theil derselben verlebt die ersten Lebensjahre in geschlossenen und gar häufig überheizten Wohnungen, deren beschränkte Localitäten viele Menschen beherbergen müssen und noch ausserdem zum Kochen, Waschen, Bügeln benützt werden, so dass die Luft derselben in Temperatur und Dampfgehalt derjenigen von südlichen Climaten nahekommt oder sie gar übertrifft. Wie aber in dem Fötalleben

---

1) Hirsch, historisch-geographische Pathologie Bd. II. pag. 12, 55, 77—83 121 u. s. w.

und der frühesten Kindheit das Fundament zur nachfolgenden Entwickelung des Menschen gelegt wird, so ist auch die Luft, welche wir in den ersten Lebensmonaten und Jahren einathmen, von grosser Bedeutung für die Entstehung und Entwickelung einer Reihe von Krankheiten der Respirationsorgane. In ihr und durch sie werden Keime zu künftigen Erkrankungen gelegt, welche längere Zeit latent bleiben können und erst später zur Entwickelung kommen.

Um mich später darauf beziehen zu können, habe ich die drei folgenden Tabellen berechnet; Tabelle III, IV und V sollen diese Einflüsse auf die Wärmeabgabe durch den Athmungsprocess eines erwachsenen Menschen zeigen, und speciell Tabelle III während einer angenommenen 8stündigen Arbeit in der freien Luft oder in Räumen der mannigfachsten Art.

Wir wissen nämlich, dass bestimmte Affectionen der Athmungsorgane bei Arbeitern in gewissen Fabriken oder Räumlichkeiten, z. B. bei Bergleuten, sehr viel häufiger vorkommen als bei Arbeitern mit anderen Beschäftigungszweigen und bei solchen, die im Freien arbeiten. Die Wärmeabgabe ist aber beispielsweise in der mit Wasserdämpfen gesättigten Grubenluft eine andere als in der freien Atmosphäre oder gar in der Nähe von Hohöfen mit einer sehr heissen, aber sehr trockenen Luft. Dazu kommt noch, dass bei vielen Beschäftigungen das Athmen nicht leicht und ungehemmt, die Respirationsfrequenz also eine grössere, die Lungenventilation eine weniger ausgiebige ist.

Ich behalte mir vor, das Alles später auszuführen und den Einfluss dieser Factoren auf die Entstehung einzelner Krankheitsformen der Respirationsorgane zu zeigen.

II. Berechnung der Wärmemengen, welche wir durch die Ingesta unserm Körper zuführen oder ableiten.

Nach Helmholtz beträgt die Wärmeabgabe durch die Ingesta circa 2,6 %[1]) der Gesammtwärmeabgabe; diese Summe ist gegen

1) Wundt, Physiologie, S. 396.

die Wärmemenge, welche wir durch Haut und Lunge abgeben, verschwindend klein und dem entsprechend von geringerem Einfluss auf die Gesammtwärmeökonomie des Körpers. Sie erscheint mir aber deshalb von der grössten Wichtigkeit, weil wir, je nachdem die Ingesta höher oder niedriger als unsere Eigenwärme temperirt sind, bald Wärme zuführen, bald ableiten, und weil wir diese Wärmemengen ganz nach unserm Belieben bald verhältnissmässig sehr gross, bald sehr klein machen können und in Wirklichkeit auch machen. Die locale Einwirkung auf die betreffenden Organe muss dann eine sehr verschiedene sein, vorausgesetzt dass die Temperatur der Ingesta überhaupt von Einfluss auf dieselbe ist.

Die Berechnung der Wärmemengen ist sehr leicht, sobald man nicht allzu scrupulös verfährt, die specifische Wärme für flüssige Nahrungsmittel und Getränke (Kaffee, Bier, Wein, Suppe, Wasser etc.) gleich der des destillirten Wassers = 1 und für feste Speisen in Bausch und Bogen = 0,8[1]) setzt. Es kommt dann nur darauf an, zu wissen, wie viel Jemand isst oder trinkt, wie warm oder kalt, und wir haben dann durch eine einfache Multiplication die Wärmemengen, welche wir unserm Körper zuführen oder ableiten, natürlich mit Berücksichtigung der Körpertemperatur.

Bei den nachfolgenden Berechnungen wird angenommen, dass diejenigen Getränke, welche wir warm zn nehmen pflegen, Suppe, Kaffee, Thee etc., mit 55° C. = 44° R.[2]), die kalten Getränke,

---

1) Da unsere feste Nahrung ähnliche chemische Zusammensetzung und insbesondere einen annähernd gleichen Wassergehalt wie unser Körper hat, so führe ich als Werth für die spec. Wärme derselben, da genaue Angaben fehlen oder mir unbekannt sind, diejenige unseres Körpers = 0,83 in runder Summe = 0,8 ein.

2) Ich erhielt diesen Durchschnittswerth durch Messungen, welche ich beim eigenen Essen und bei dem meiner Tischnachbarn im Café und Gasthaus anstellte. Uebereinstimmende Zahlen gaben mir Patienten, welche ich Temperaturbestimmungen ihrer Suppen und ihres Kaffees machen liess, gemessen im Augenblick wie sie ihnen mundgerecht waren und wie sie dieselben zu nehmen pflegten. Selbstverständlich ändert sich dieser Werth nach Sitte, Gewohnheit und herrschenden Ansichten bei Individuen, Familien und Nationen. Ich habe längere Zeit im Gasthaus gegessen mitten unter Commis voyageurs aller Weltgegenden; ich habe aber nie gesehen, dass einer derselben die Suppe, welche durchschnittlich

Bier, Wein, Wasser etc., mit 15° C. temperirt sind; ferner dass in den Fällen 1, 2 und 3 ebensoviel warme als kalte feste Speisen genommen werden und dass die Temperatur der ersteren ebensoviel über, als die der anderen unter der Körperwärme ist. Auf diese Art gleicht sich die calorische Wirkung der festen Speisen aus und braucht nicht weiter berücksichtigt zu werden. In der Regel wird es sich bei einer „warmen“ Mahlzeit auch so verhalten; wir essen kaltes Brod zum warmen Braten, kalte eingemachte Früchte, Salat nebst warmen Gemüsen etc. etc.

Die meisten erwachsenen Menschen befolgen nun in Auswahl und Menge der Speisen und besonders der Getränke ein gewisses Regime, das sie sich allmählich durch diejenigen Einflüsse aneignen, welche Erziehung und die Sitten des Landes und der Familie und endlich ein gewisses subjectives Wohlbefinden bei der erwählten Lebensweise ausüben. Diese „Ernährungsarten“ werden schliesslich zur Gewohnheit, welcher die meisten Menschen oft mit sklavischer Pünktlichkeit nachkommen.

Die grössten Differenzen beobachten wir aber in der Menge und Temperatur der Getränke. Schon bei Kindern treten diese Differenzen hervor. Es gibt Kinder, die ungemein viel, andere, die nur wenig Wasser trinken; bei Erwachsenen ist der Unterschied viel bedeutender. Während viele Menschen mit sitzender Lebensweise, z. B. die grössere Zahl von Frauen, fast nur von warmem Kaffee, Thee, Suppen leben und wenig oder gar keine kalten Getränke zu sich nehmen, gibt es wieder andere, und zwar ist diese Classe von Menschen bekanntlich sehr zahlreich, welche neben Kaffee und Suppen bedeutende Mengen von kalten Flüssigkeiten, Wasser, Bier, Wein etc., zu sich zu nehmen pflegen. Ich werde sie in Folgendem kurzweg mit dem Namen „Trinker“ bezeichnen, und soll sich

---

mit weit höheren Temperaturgraden zur Tafel kam, zurückgewiesen oder sie hätte erkalten lassen. Darnach scheint man allgemein, wenigstens in Süddeutschland, so warm zu essen. Ich bitte Jeden, dem dieser Werth als zu hoch gegriffen erscheint, die eigene Suppe und Kaffee mit dem Thermometer zu messen. Ich habe über diesen Punkt schon viel mit Collegen und Laien disputirt, aber immer bei den betreffenden Messungen Recht behalten.

selbstverständlich dieser Ausdruck auf Temperatur und Quantität, nicht auf die Qualität der Getränke beziehen.

Berechnet man auf obige Weise verschiedene Arten der Ernährung, wie sie erfahrungsgemäss vorkommen, so sind die Werthe für die Wärmeökonomie unseres Körpers:

1) bei $1^{1}/_{2}$ Liter warmer Flüssigkeit eine Wärmezufuhr von 26 Calorien,
2) bei $^{3}/_{4}$ Liter warmer, 2 Liter kalter Flüssigkeit eine Wärmeableitung von 32 Calorien,
3) bei $^{3}/_{4}$ Liter warmer und 3,2 Liter kalter Flüssigkeit eine Wärmeableitung von 59 Calorien,

(zu 1–3: gleich viele warme als kalte feste Speisen, so dass die Temperaturdifferenz ausgeglichen wird.)

4) bei ganz kaltem Essen: 1 Kilogramm kalter Speisen zu 20° C. und 2 Liter kalter Flüssigkeit ebenfalls eine Wärmeableitung von 59 Calorien.

Um die eben berechneten Arten der Ernährung schon jetzt im Allgemeinen zu charakterisiren, so repräsentirt: No. 1 die Lebensweise von Menschen, die keine kalten Getränke zu sich nehmen, nur von Kaffee, Suppen, Thee und wenig festen Nahrungsmitteln leben. Bei Frauen trifft man diese Lebensweise ungemein häufig. Sie kommen zu derselben gewöhnlich dadurch, dass sie in Folge von Mangel an Bewegung in freier Luft wenig Bedürfniss nach Flüssigkeiten haben. Die warmen Getränke genügen vollständig, um den Bedarf an Flüssigkeit zu decken; durch den fortwährenden Genuss derselben wird der Magen immer empfindlicher gegen den hermischen Reiz, so dass sie schliesslich gar keine kalten Getränke mehr ertragen können.

No. 2 die Wärmeabgabe bei mässig lebenden Menschen, welche ausser ihren warmen Getränken noch mässige Quantitäten kalter Getränke zu sich nehmen.

No. 3 repräsentirt die Lebensweise eines Trinkers, welcher keine übermässig grossen Mengen Wasser oder Spirituosen zu sich nimmt.

No. 4 Wärmeabgabe bei ganz kaltem Essen und Trinken: bei der natürlichen Lebensweise.

Vergleicht man No. 3 und 4, so sieht man, dass der Trinker gleich viel Wärme seinem Magen, resp. seinem Körper entzieht, wie derjenige, welcher alle Nahrung kalt zu sich nimmt; aber er muss, um diesen Effekt zu erreichen, um seinen Magen gerade so wie der Kaltesser und Kalttrinker abzukühlen, zwei Liter Flüssigkeit seinem Körper mehr zuführen.

Verfolgen wir diese zwei Liter Flüssigkeit auf ihrem Weg durch den Körper, so wissen wir, dass dieselben aufgesaugt werden und in den Kreislauf gelangen, und zwar der weitaus grössere Theil nicht direkt, sondern durch den Pfortaderkreislauf. Die Blutmasse wird um zwei Liter grösser, natürlich nicht auf einmal, sondern allmählig, immer nur um denjenigen Theil, der gerade resorbirt ist. In dem Maasse als die Blutmasse grösser und das Blut wässeriger wird, mehrt sich durch vermehrten Blutdruck und vergrösserte Osmose auch die Ausscheidung von Flüssigkeit aus dem Blute, theils durch Imbibition der Gewebstheile, theils durch Absonderung vermittelst der Schweissdrüsen und Nieren.

Der weitaus grössere Theil der Flüssigkeit wird durch die Nieren, Schweissdrüsen und Lungen ausgeschieden. Je niedriger temperirt die äusseren Medien, je geringer der Congestionszustand der Haut, je ungünstiger die Bedingungen zur Dampfbildung, je geringer die Arbeit — desto mehr Flüssigkeit werden die Nieren auszuscheiden haben. Je höher temperirt die äusseren Medien, je bedeutender die körperliche Arbeit, desto mehr haben Lungen und Schweissdrüsen zu leisten. Da bei excessivem Trinken die Wasserausscheidung durch die Lungen gegenüber dem Flüssigkeitsquantum unbedeutend ist, so hängt beim Trinker die Schweisssecretion ab von der Temperatur der äusseren Medien und der körperlichen Arbeit, — oder was immer den Congestionszustand seiner Haut vermehrt.[1])

---

1) Ich möchte durch diese Ausführung schon jetzt den genetischen Zusammenhang zwischen dem warmen Essen, dem excessiven Trinken und dem Schwitzen andeuten. Das instinctive Bedürfniss, unseren Magen abzukühlen, bringt uns dazu, kalte Flüssigkeiten im Uebermaass zu uns zu nehmen. Daher diese Gier nach kalten Getränken, welche, nach der kosmopolitischen Anerkennung des Bieres zu schliessen, fast überall und gleichzeitig mit dem grösseren Café-

Es leuchtet ohne Weiteres ein und steht im Einklang mit bekannten Sätzen der Physik und Physiologie, dass durch die Mehrarbeit des Herzens eine vermehrte locale Wärmeproduction im Herzmuskel und dessen Adnexen, vermehrte Reibungswärme in den Wandungen der Gefässe, besonders an den Umbeugungsstellen der Arterien, z. B. der Aorta, ferner in den Gefässen der Nieren, des Pfortaderkreislaufs statthat. Endlich wird die Durchfeuchtung (der Wassergehalt) des Körpers bei einem Trinker ceteris paribus ein stärkerer sein. Der Wassergehalt des Körpers und einzelner Gewebstheile ist ja kein bestimmter, sondern ist grossen Schwankungen unterworfen. Es ist aber wichtig, festzuhalten, dass nach den Gesetzen der Osmose immer diejenigen Gewebstheile am meisten durchfeuchtet werden müssen, welche eine höhere Localtemperatur haben. Je höher dieselbe, desto mehr Flüssigkeit durchtränkt das Parenchym.

In Aetiologie, Diätetik und Therapie wurde bisher die physikalische Beschaffenheit und der Wassergehalt unserer Nahrungsmittel nur wenig in's Auge gefasst. Der ungemeine Aufschwung, den die Chemie in den jüngstverflossenen Decennien nahm, war wohl die Ursache, dass die Lehre von den chemischen Bestandtheilen unserer Nahrungsmittel alle Aufmerksamkeit absorbirte, und dass nur so nebenbei die physikalische Beschaffenheit derselben erwähnt ward.

Die Frage, ob es überhaupt gut sei, warm zu essen, unsern Magen zwei-, dreimal täglich warm zu baden, um ihn dann wieder theilweise durch enorme Quantitäten kaltes Getränke abzukühlen, wurde während dieser Periode in ärztlichen Kreisen kaum discutirt, während man die chemischen Bestandtheile: den Gehalt an Albuminaten, Fetten und Kohlehydraten, an Alcohol, die kleinsten Mengen von alkalischen und Erdsalzen etc. etc. auf's Minutiöseste berechnete und in Aetiologie, Diätetik und Therapie berücksichtigte. Die Wich-

---

und Theeconsum zuzunehmen scheint. — Bekanntlich nehmen Thiere im freien Zustande nur wenig Wasser zu sich; das excessive Trinken ist Privilegium und Specialität des Menschengeschlechts (Vogt: Brillat Savarin) und hängt mit der Gewohnheit, warm zu essen, zusammen.

tigkeit dieser eben erwähnten Momente hoben eigentlich mehr Laien und ärztliche Dilettanten, oder in welche Classe man immer Ernst Mahner, Priessnitz, Schroth, Hahn und Andere einweisen will, hervor.

Ich glaube dem Leser einen Gefallen zu erweisen, wenn ich durch Citate für die Richtigkeit dieses Satzes mit den wenigen Ausnahmen, welche ich später erwähnen werde, den Umfang meiner Arbeit nicht unnöthigerweise bereichere. Ich führe nur als allgemeinen Beweis das sehr verbreitete Handbuch der allgemeinen Pathologie von Uhle und Wagner, 1868, 4. Auflage, an. Bei dem Capitel, das über die Ursachen der Krankheiten handelt, heisst es wörtlich pag. 105: „Die Temperatur der Speisen und Getränke als Krankheitsursache kommt nur wegen der Erkältung des Magens und wegen der Möglichkeit schädlicher Folgen des kalten Trunkes in Betracht.“ Das ist Alles, was über die Temperatur unserer Nahrung gesagt ist.

Nach meinen Beobachtungen verhält es sich damit anders; es handelt sich hier um Wärmedifferenzen von 27 — 58 — 85 Calorien, welche in ihrer cumulativen Einwirkung gewiss einen Effekt machen und bei der Krankheitsgenese in Rechnung gezogen werden müssen; ich bin in weiterer Verfolgung der Entstehung der Krankheiten zu der Ansicht gelangt, dass

1) unsere Verdauungsorgane, um gesund zu bleiben, eines gewissen Grades mittlerer Abkühlung bedürfen;
2) dass die Menge der Flüssigkeit, welche wir in Speise und Trank zu uns nehmen, selbst innerhalb geringerer Schwankungen durchaus nicht so gleichgültig für den gesunden wie kranken Körper ist, als das gewöhnlich angenommen wird, und dass die eventuelle schädliche Wirkung der Flüssigkeiten auf unseren Körper eine um so intensivere ist, je höher temperirt sie im Augenblick der Aufnahme sind, resp. je rascher sie aufgenommen werden und die Gefässe füllen.

Ich stehe nicht an, auszusprechen, dass Temperatur und Wassergehalt unserer Nahrung, soweit meine Beobachtungen reichen, von nicht zu unterschätzender, vielleicht von noch grösserer Bedeutung

auf die Entstehung von Krankheiten sind, als die chemische Beschaffenheit derselben, wiederhole aber, ohne den Einfluss und die Bedeutung derselben zu verkennen oder zu leugnen.

Eine grössere Anzahl von Beobachtungen macht es mir mehr als wahrscheinlich, dass Erkrankungen des ganzen Darmkanals, von den Zähnen an, ihre häufigste Ursache in der thermischen Misshandlung desselben hat. Eine weitere Anzahl von Beobachtungen macht mich darauf aufmerksam, dass Erkrankungen des Darmkanals, der Leber, des Cirkulationsapparates, der Nieren, des Gehirns und endlich eine Anzahl der Erkrankungen der Haut in genetischem Zusammenhang mit der Quantität der aufgenommenen Flüssigkeit steht, und endlich, dass auch bei der Entstehung von anderen entzündlichen und fieberhaften Erkrankungen die Durchfeuchtung unseres Körpers und einzelner Gewebstheile ein sehr zu berücksichtigendes Moment ist.[1])

III. Wärmeabgabe durch die äussere Haut.

Helmholtz[2]) gibt an, dass die Wärmemenge, welche die äussere Haut abzugeben hat, circa 77,5 % der insgesammt producirten Wärme beträgt. Aus der Grösse der Zahl ist die Wichtigkeit dieser Hautfunction ersichtlich.

Die Wärmeabgabe erfolgt selbstverständlich nach rein physikalischen Gesetzen, aber ausser diesen wissen wir noch sehr wenig über die Art und Intensität der Wärmebewegung. Ich halte es nicht für überflüssig, die Art der Wärmeabgabe durch unsere Haut zu besprechen, die Factoren, welche von Einfluss auf dieselben sind, aufzuzählen und die physikalischen Gesetze, nach welchen die Wärmeabgabe erfolgt, in aller Kürze anzuführen, da mir dies zum Verständniss des Nachfolgenden wesentlich erscheint, und weil ich kein Lehrbuch der Physik und Physiologie kenne, in welchem die Wärme-

---

1) Pettenkofer war der Einzige, der bis jetzt auf den grösseren Wassergehalt des Körpers und der Organe als ein disponirendes Moment auf die Entstehung der Cholera aufmerksam machte (siehe diese Zeitschrift Bd. II Seite 93—97 oder Ranke, Physiologie pag. 169).

2) Wundt, Physiologie pag. 396.

bewegung so im Zusammenhange besprochen ist, dass ich mich darauf berufen könnte.

Ueber die Wärmebewegung in unserer Haut.

Wir wissen, dass die centralen Theile unseres Körpers vorzugsweise Sitz der Wärmeproduction sind. In unserer Haut wird nur ein sehr geringer Theil unserer Wärme producirt, dagegen wird nach der oben angegebenen Zahl über $^3/_4$ der Gesammtwärme durch dieselbe verausgabt. Die Wärme, welche unsere Haut abzugeben hat, gelangt auf zwei Wegen in dieselbe: 1) durch Zuströmen wärmerer Blutmassen in die kältere Haut, 2) durch Zuleiten der Wärme aus den tieferen Schichten.

Die Menge des Blutes, welche unsere Haut erfüllt oder vielmehr erfüllen kann, ist noch nicht bestimmt; sie ist aber erfahrungsgemäss eine sehr verschieden grosse und wechselt derart, dass bei Berührung der Haut mit niedriger temperirten äusseren Medien der Congestionszustand abnimmt, und umgekehrt bei Berührung mit höher temperirten Medien der Congestionszustand zunimmt. Unser Körper hat also die Fähigkeit, den Congestionszustand der Haut und damit die Temperatur derselben zu ändern, und es beruht auf diesem Verhalten der zuerst von Bergmann gewürdigte regulatorische Apparat der Wärmeabgabe.

Von den tieferen Körperschichten und von den Wandungen der Hautgefässe strömt die Wärme nach der äusseren Fläche der Epidermis, indem die Intensität[1]) der Bewegung ungefähr mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Je dicker die Haut, desto langsamer erfolgt also bei gleicher Leitungsfähigkeit die Wärmeabgabe. Fettablagerung oder Oedem der Hautdecken vermindert die Wärmebewegung durch dieselben. Magere Menschen haben bessere Wärmeableitungsbedingungen als fette. Ausserdem ist die Wärmeableitung proportional der Temperaturdifferenz[2]) zwischen den oberflächlichsten und den innersten Hautschichten. Die Wärme

1) Müller-Pouillet, II, 760.
2) Müller-Pouillet, II, 757.

strömt um so rascher nach aussen, je niederer temperirt die Hautoberfläche ist. So hängt denn die Wärmebewegung durch die Haut ab von der Leitungsfähigkeit derselben[1]), über welche noch wenig bekannt ist, von der Länge des Weges und der Temperaturdifferenz.

Ist die Wärme bis zur Oberfläche der Epidermis gelangt, so verliert unser Körper dieselbe durch Strahlung, Uebertragung an die äusseren Medien (Leitung) und Dampfbildung.

Von Einfluss auf diese 3 Arten der Wärmeabgabe sind von Seiten der Haut:

1) Das Verhältniss der Gesammtoberfläche zum Gesammtvolumen, beim ganzen Körper wie bei einzelnen Gliedern. Nach Dulong und Petit[2]) verhalten sich die Erkaltungsgeschwindigkeiten bei homogenen Kugeln umgekehrt, wie die Durchmesser. Je grösser das Verhältniss von Oberfläche zum Volumen, desto grösser die Abkühlungsgeschwindigkeit. Magere Menschen haben also auch dadurch günstigere Ableitungsbedingungen als fette Menschen. Füsse und Hände erkalten erfahrungsgemäss schneller als der Stamm und würden noch schneller erkalten, wenn unsere Extremitäten nicht verhältnissmässig mehr Hautgefässe hätten.

2) Die Beschaffenheit der Hautoberfläche. Während die Ablagerung von Pigment im Rete Malpighii nach John Tyndall[3]) auf die Wärmestrahlung ohne Einfluss ist, könnte dieselbe möglicherweise von Einfluss auf die Absorption der leuchtenden Wärme sein. Die Durchfeuchtung der Hautoberfläche ist von grossem Einfluss auf die Wärmeabgabe. Der Grad der Durchfeuchtung

---

1) John Tyndall (Die Wärme eine Art der Bewegung, Braunschweig 1867) gibt die Leitungsfähigkeit verschiedener animalischer und vegetabilischer Producte als verschwindend klein an und sagt dann: „Unsere Versuche beweisen die ungemeine Undurchdringlichkeit dieser Substanzen. Wenn wir von der Erfahrung ausgehen, dass plötzliche Zuleitung oder Entziehung von Wärme der Gesundheit von Pflanzen und Thieren schädlich ist, so sehen wir, dass das zu ihrer Construction gewählte Material vortrefflich darauf berechnet ist, um diese Veränderungen unwirksam zu machen.

2) Müller-Pouillet, II, 757.

3) l. c. pag. 365.

wechselt je nach der Individualität, der Lebensweise, der Temperatur der Luft und dem Bewegungszustande unseres Körpers ausserordentlich. Bei günstigen Bedingungen Seitens der Luft wird ein höherer Durchfeuchtungsgrad durch vermehrte Dampfbildung auch grössere Wärmeableitung verursachen, allein auch die Wärmestrahlung und Zuleitung der Wärme scheint mir eine andere bei der mit Wasser durchtränkten wie bei einer trockenen Haut zu sein.

3) Die Differenz zwischen der Hauttemperatur und der der äusseren Medien ist das wichtigste Moment bei der Wärmeabgabe, da durch sie Strahlung, Leitung und Dampfbildung beeinflusst werden. Je grösser dieselbe, desto mehr Wärme wird abgegeben. Die Wärmeabgabe ist für die Strahlung und ebenso für die Leitung bei gleichbleibender Beschaffenheit der äusseren Medien proportional der Temperaturdifferenz. In der Aenderung dieser Differenz beruht die Compensationsvorrichtung der Haut, welche ohne Zuthun unseres Willens dadurch geschieht, dass, wie oben bemerkt, mehr oder weniger Blut in unsere Haut einströmt. Willkürlich unterstützen wir diese Compensation dadurch, dass wir uns in geschlossenen geheizten Localitäten aufhalten, und dass wir uns bekleiden.

Qualitative Veränderungen der atmosphärischen Luft sind ohne Einfluss auf die Grösse der strahlenden Wärme, die unser Körper abgibt. Wohl aber ist dies der Fall bei den beiden anderen Arten der Wärmeabgabe, der Leitung und der Dampfbildung. Von Einfluss auf den Wärmeaustausch sind:

1) Leitungsfähigkeit der Luft. Luft, in welcher Wasser fein zertheilt ist (Nebel), ist ein besserer Wärmeleiter [1]).
2) Bewegtheit der Luft [2]). Je bewegter dieselbe, desto rascher erfolgt die Wärmeabgabe durch Leitung und Dampfbildung.
3) Feuchtigkeitsgehalt der Luft [3]). Je trockener die Luft, desto lebhafter die Dampfbildung.

---

1) Nach Tyndall, Magnus bestreitet es.
2) Fick, med. Physik 217, 218.
3) Fick, med. Physik 218.

4) Auf die Schnelligkeit der Verdunstung hat auch der Luftdruck i. e. die Dichtigkeit der Luft Einfluss. Je geringer der Luftdruck, desto rascher die Verdunstung. Auf hohen Bergen ist deshalb die Dampfbildung rascher und die Wärmeabgabe eine grössere, als dies in tiefgelegenen Ebenen oder Bergwerken der Fall ist.

Es sind damit in kurzen Zügen die physikalischen Gesetze, auf denen der Wärmeaustausch zwischen Haut und äusseren Medien beruht, aufgezählt, und stellt dies so ziemlich Alles dar, was wir über die Wärmeabgabe der Haut wissen. Von einer Berechnung der Wärmeabgabe, wie ich dies für Athemluft und Ingesta gethan, kann natürlich keine Rede sein. Ausser der Thatsache, dass die Factoren ungemein schwanken, dass der Congestionszustand der Haut ein individuell und local ungemein verschiedener ist, wissen wir über das Verhalten der Haut in Bezug auf Wärmeleitung und Wärmestrahlung noch beinahe gar Nichts. Ebenso hat man das Verhalten unserer Kleidungsstoffe, welche wir zur Regulirung des Wärmeaustausches benützen, noch wenig geprüft.

Ich habe im Laufe des letzten Jahres eine Anzahl von Versuchen über diese Fragen gemacht und gehe eigentlich nur mit Zagen daran, einen Theil derselben zu veröffentlichen, da ich fühle, wie unvollständig und wenig erschöpfend dieselben sind. Allein ich kann bei meinen anderweitigen Berufspflichten, und da die weitere Verfolgung dieser Untersuchungen mich von meinem medicinischen Thema zu weit entfernen würde, diesen Versuchen nicht so viel freie Zeit widmen, als unbedingt dazu nothwendig ist.

Versuche über Wärmestrahlung und Wärmeleitung.

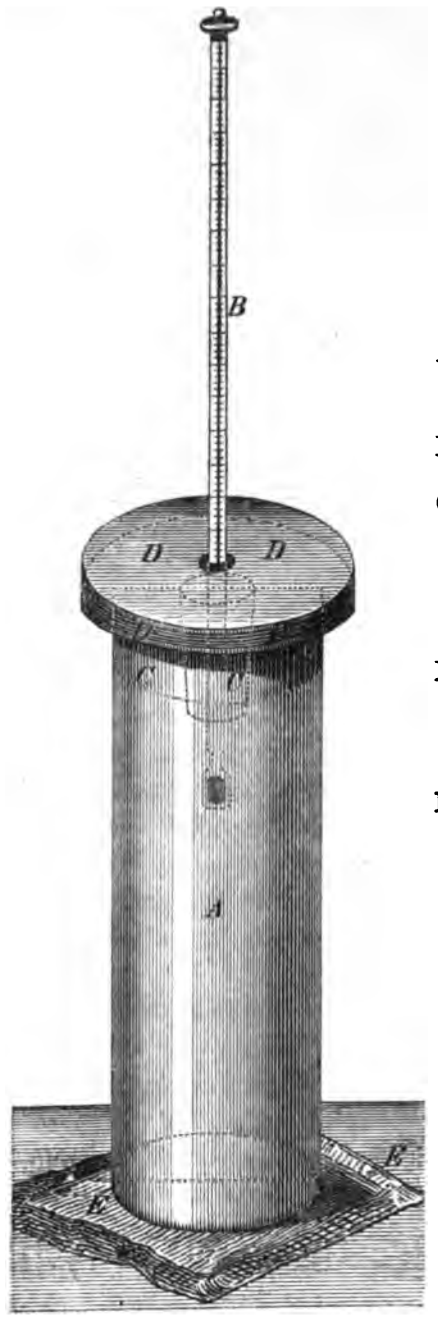
Die Erfahrung lehrt uns, dass Menschen, welche bei der geringsten Veranlassung in Schweiss gerathen, sich sehr leicht eine „Erkältung" zuziehen. Diese Thatsache brachte mich auf den Gedanken, ob ausser der vermehrten Dampfbildung die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung bei der durchfeuchteten Haut eine andere wäre, als bei der trockenen.

In der Literatur fand ich keinen Aufschluss über diese Fragen, und so stellte ich denn, so weit dies in meinen Kräften lag, selbst

Versuche darüber an. Anfangs benutzte ich, um die Dampfbildung möglichst zu hindern, einen Keller, dessen Luft mit Wasserdampf vollständig gesättigt war. Zwei Sigle'sche Kugeln von gleichen Dimensionen mit gleich viel und lauem Wasser gefüllt, dienten als Probeobjecte. Im Korke der oberen Oeffnungen waren Thermometer eingesenkt. Die Kugeln waren mit den zu prüfenden Substanzen umhüllt, und suchte ich aus den Erkaltungsgeschwindigkeiten die Wärmeabgabe für die zu prüfenden Substanzen zu berechnen.

Ich erhielt jedoch so ungenaue Resultate, dass ich einen andern Weg einschlug. Ich benützte zu meinen späteren Versuchen zwei cylindrische Blechbüchsen von ganz gleichen Dimensionen, deren jede zu ungefähr $^4/_5$ ihrer Höhe mit $^1/_2$ Liter destillirtem Wasser gefüllt war. Der Cylindermantel berechnete sich auf 333,6 □Ctm., nämlich 12,6 Ctm. Höhe und 26 Ctm. Umfang. Zu sämmtlichen Versuchen über die Leitungsfähigkeit etc. der Kleider benützte ich Cylinder von doppelter Höhe mit einem Liter Wasser, wie ein solcher in beifolgender Figur in $^1/_3$ der wirklichen Grösse gezeichnet ist. In dem obern Theil der Blechbüchsen waren Deckel von Blech mit doppelten Böden genau passend eingefügt, welche nach der Füllung mit Wasser, um einen dampfdichten Verschluss herzustellen, eingelöthet wurden. In der Mitte der Deckel waren kreisrunde Oeffnungen für Korkpfropfen, in deren Mitte Thermometer gleich tief in das Wasser eingelassen waren. Ich benutzte zwei Greiner'sche Instrumente mit $^1/_{10}{}^0$ C.-Eintheilung. Die Thermometer zeigten von 10^0 auf 50^0 C. und waren beide möglichst genau auf einander regulirt, ebenso meine Blechbüchsen ohne Umhüllung und mit gleicher Umhüllung.

Bei den Versuchen wurde das Wasser über Spirituslampen oder im Wasserbade bis zu gleichmässiger Höhe 45—46° C. erwärmt, dann wurden sie mit den zu prüfenden Substanzen umkleidet, auf dicke Unterlagen von schlechten Wärmeleitern gestellt und für möglichst gleichmässige äussere Abkühlungsbedingungen gesorgt. Nach einer gewissen Zeit, von der man annehmen durfte, dass während derselben die Wärme gleichmässig die Umhüllung durchdrang, wurde die Anfangstemperatur, Zeit und Zimmertemperatur notirt. Ebenso wurde am Ende des Versuches, wenn sich das Wasser in den Blech-



A. Blechcylinder mit Wasser gefüllt.

B. Thermometer, welcher in

C. den eingelötheten Deckel mit doppeltem Boden und einem Korkpfropf in der Mitte dampfdicht eingelassen ist.

D. D. Mehrere Lagen Flanell und eine Blechscheibe zur thermischen Isolirung des Deckels.

E. E. Wollene Unterlage zur Isolirung des Bodens.

($\frac{1}{3}$ der wirklichen Grösse.)

büchsen um mehrere Grade abgekühlt hatte, Zeit, End- und Zimmertemperatur notirt. Aus diesen Zahlen lässt sich dann der Einfluss der zu prüfenden Substanzen auf die Wärmeabgabe berechnen.

Bezeichnet nämlich T die Wassertemperatur zu Anfang und t diejenige zu Ende einer gewissen Zeitperiode z, und C die Wärmeabgabe pro Zeiteinheit und pro 1^0 Temperaturdifferenz, also eine die Oberflächenbeschaffenheit ausdrückende Constante, so lässt sich die in der Zeit z abgegebene Wärme W in zwei Formeln darstellen:

$$W = Q.s.(T-t) = C.z.\left(\frac{T+t}{2} - \frac{(Tz+tz)}{2}\right)$$

worin Q das Gewicht der zu prüfenden Substanzen, der Blechbüchsen und der Wasserfüllung, s die spec. Wärme des Wassers (mit Vernachlässigung der Blechbüchsen und der zu prüfenden Substanzen) $= 1$, Tz die Temperatur des äussern Mediums (Zimmers) zu Anfang, tz zu Ende des Versuchs bedeutet.

In obigen Formeln drückt die erste Gleichung $W = Q.s.(T-t)$ die Wärmemenge, wie wir sie durch einfache Messung, die zweite Gleichung

$$W = C.z.\left(\frac{T+t}{2} - \frac{(Tz+tz)}{2}\right)$$

die Wärmemenge, wie wir sie durch Berechnung finden, aus. Wir haben also, wenn wir die beiden Kugeln durch die Indexe 1 und 2 unterscheiden, folgende beiden Gleichungen:

$$W_1 = Q.s.(T_1-t_1) = C_1.z.\left(\frac{T_1+t_1}{2} - \frac{Tz+tz}{2}\right)$$

$$W_2 = Q.s.(T_2-t_2) = C_2.z.\left(\frac{T_2+t_2}{2} - \frac{Tz+tz}{2}\right)$$

Deren Division ergibt:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{T_1-t_1}{T_2-t_2} \cdot \frac{T_2+t_2-Tz-tz}{T_1+t_1-Tz-tz}.$$

Aus dieser Gleichung lässt sich C_1 oder C_2 berechnen, d. h. die Constanten, welche die Wärmeausgabe, insoweit sie durch die Oberflächenbeschaffenheit bedingt ist, darstellen.

Will man blos Eine Blechbüchse benützen und aus der Erkaltungsgeschwindigkeit die Constante C berechnen, so ändert sich

die Formel insoweit, als dann der Werth der Zeit und der Zimmertemperatur besonders eingeführt werden muss. Die beiden Indexe 1 und 2 bezeichnen die zugehörigen Werthe des ersten und zweiten Versuchs:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2} \cdot \frac{T_2 + t_2 - Tz_2 - tz_2}{T_1 + t_1 - Tz_1 - tz_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_1}$$

Liest man die gleiche Anzahl von Graden ab, so vereinfacht sich die Formel in

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{T_2 + t_2 - Tz_2 - tz_2}{T_1 + t_1 - Tz_1 - tz_1}.$$

und bei gleicher Zimmertemperatur:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{Z_2}{Z_1}.$$

Ehe ich die Resultate meiner Versuche gebe, möchte ich die Genauigkeit, die Fehlerquellen und den Werth der gefundenen Constanten besprechen.

Ueber die Fehler und die Genauigkeit meiner Versuche.

Es ist selbstverständlich, dass meine Thermometer möglichst genau auf einander regulirt waren, und dass ich ausserdem alle Cautelen, welche beim Ablesen u. dgl. zu befolgen sind, beobachtete. Dass es von grösster Wichtigkeit ist, gleiche äussere Abkühlungsbedingungen herzustellen, ist wohl nicht nöthig zu erwähnen.

Bei den Versuchen war ich immer bemüht, die beiden Grundflächen der Cylinder thermisch möglichst zu isoliren. Es wurden deshalb die Cylinder auf dicke Wollunterlagen gestellt; die Isolirung der doppelten Blechdeckel wurde durch mehrere lose Flanelllagen, auf welchen als schlechte Wärmestrahler dünne runde Blechscheiben lagen, bewerkstelligt. Immerhin ist ein gleichmässiger Wärmeverlust durch die beiden Grundflächen des Cylinders nicht zu vermeiden. Bei der Umhüllung mit Probestoffen, die in ihrer Wärmeabgabe nicht bedeutend differiren, ist dieser Fehler geringfügig; anders aber verhält es sich, wenn der Versuchsstoff eine bedeutend geringere Wärmeabgabe bedingt. In diesem Falle sind die Werthe für den

schlechteren Wärmeleiter immer zu hoch angegeben. Ich hätte diesen Fehler dadurch vermeiden oder verringern können, dass ich kugel- oder würfelförmige Büchsen benützt hätte, wie ich dies auch Anfangs that, als ich mich Sigle'scher Kugeln bediente. Aber abgesehen davon, dass die Umhüllung mit den Probestoffen, wie ich dies bei den Sigle'schen Kugeln erfuhr, sehr viel Zeit erfordert, ist die gleichmässige Umhüllung bei Kugeln oder Würfeln so schwierig, dass die Fehler, welche durch das ungleichmässige Anliegen der Versuchsstoffe bedingt sind, wahrscheinlich grösser ausgefallen wären, als durch das eben besprochene Moment. Gerade die Leichtigkeit, die Versuchsstoffe der Cylinderform anzupassen, scheint mir diese zu empfehlen. Ausserdem ähnelt die Cylinderform am meisten den Formen unseres Körpers und der einzelnen Glieder.

Ein weiterer Fehler resultirt daraus, dass die Oberfläche durch Veränderung der Umkleidung manchmal in erheblicher Weise vergrössert oder verkleinert wird. Natürlich sind bei grösserer Oberfläche die Werthe der angegebenen Constanten zu gross. Allein da die meisten Versuche sich auf die Kleidungsstoffe beziehen und wir bei der Bekleidung ganz gleiche Verhältnisse haben, so darf dieser Fehler gleich dem oben angeführten vernachlässigt werden, da es mir ausserdem mehr darum zu thun ist, Zahlen für das praktische Leben als genaue wissenschaftliche zu geben.

Zur Beurtheilung gebe ich in Folgendem eine kleine Beobachtungsreihe. Das Wasser war auf 45° C. erwärmt, beide Cylinder mit gleichen Stoffen möglichst gleich dicht umhüllt: Zimmertemperatur 20,9° C.

Cylinder I.	Cylinder II.
41,36	41
40,34	40
38,28	38
37,20	37
31,10	31
30,10	30
28,06	28

Berechnet man nach obigen Formeln C_2, $C_1 = 1000$, so ist:

v : 40° auf 32° berechnet $C_2 = 985$
38° 31° $C_2 = 989$
37° 30° $C_2 = 997$
37° 28° $C_2 = 996$ u. s. w.

Es geht daraus hervor, dass die Cylinder auf $\frac{3-15}{1000}$ genau stimmen, und da diese Differenz bei der Berechnung der Constanten noch berücksichtigt wurde, so sind die Werthe auf 1 % genau.

Fehlerquellen, welche durch die Umkleidung mit den zu prüfenden Stoffen verursacht werden, werde ich bei Besprechung derselben erwähnen. Die Constante C bezieht sich immer blos auf die Wärmebewegung, insoweit sie durch die veränderte Oberfläche beeinflusst ist. Bei den einzelnen Versuchen werde ich bemerken, in welchem Falle C auf die Wärmeleitung und in welchem auf die Wärmestrahlung zu beziehen ist. Vorausgesetzt ist das oben angegebene Verhältniss zwischen Oberfläche und Inhalt. Aendert sich die Zeit und Temperaturdifferenz, z und Td, so ist:

$$W = C.z.Td.$$

Versuche über Wärmestrahlung.

Ein einfacher Versuch zeigt den ungemeinen Werth der Oberflächenbeschaffenheit, d. h. die Grösse der Wärmestrahlung gegenüber der Wärmeleitung.

Ich überzog nämlich die eine Blechbüchse mit Flanell, die andere stellte ich blank hin. Die blanke Blechbüchse gibt die Wärme langsamer ab, als die mit Flanell bedeckte. Der Versuch ist nicht neu, sondern von Melloni[1]) in ähnlicher Weise gemacht. Da ich aber daselbst die weitere Ausführung und Berechnung nicht finde, so lasse ich dieselbe hier folgen.

Ist C bei Flanell = 100,
so ist C bei der blanken Blechbüchse = 63.

Da nun der Flanell, wie wir sehen werden, die Wärmebewegung durch Leitung um 14 % hemmt, welche bei der letztern Zahl in Abrechnung zu bringen ist, so berechnet sich

C bei der blanken Büchse auf 49.

---

1) John Tyndall, l. c. pag. 365.

Wir sehen aus diesem Versuche den immensen Einfluss der veränderten Wärmestrahlung; er beträgt 51 % der Gesammtwärmeabgabe. Da das blanke Blech nun auch noch Wärme ausstrahlt, so müssen der Wärmestrahlung mehr als 51 % gegenüber der direkten Uebertragung an die Luft (Leitung) zukommen. Dies gilt jedoch nur für den Bewegungszustand der Luft in einem Zimmer bei geschlossenen Fenstern.

Vergleicht man die Haut von verschiedenen Menschen an denselben Stellen, z. B. an den Vorderarmen, Händen u. s. w. bei schräg auffallendem Lichte, so ergeben sich häufig in Bezug auf Glätte und Glanz sehr grosse Verschiedenheiten. Während die Haut mancher Menschen glatt glänzend, wie polirt aussieht, erscheint sie bei andern matt und glanzlos. Abgesehen von einigen pathologischen Zuständen, bei welchen der Glanz der Haut ganz besonders erhöht ist, z. B. bei ödematöser Haut, zeigen die grösste Verschiedenheit in dieser Beziehung Menschen, welche selten, und solche, welche sehr häufig bei der geringsten Anstrengung oder bei erhöhter Temperatur der Luft in Schweiss triefen.

Die gesunde Haut von Menschen, welche wenig trinken, sich viel im Freien bewegen und nicht zu warm gekleidet sind — ist glänzend, glatt, dünn und fein, sie ist eine exquisite Schwitzhaut. Die gesunde Haut von Menschen dagegen, welche viel trinken, wenig Bewegung im Freien haben oder immer sehr warm gekleidet sind — ist gedunsen in ihrem Volumen verdickt, die Oberfläche ist sammtartig, matt und glanzlos. Diese Erscheinung beruht auf der serösen Durchfeuchtung des Coriuns und der Epidermis. Die Zellen der Epidermis sind nicht vertrocknet und verhornt, sondern ähneln in ihrem Verhalten denen des Stratum Malpighii. Man kann dies auch experimentell nachweisen, wenn man eine Extremität längere Zeit in ein permanentes Wasserbad legt, gut abtrocknet und nach einiger Zeit die andere Extremität damit vergleicht. Ich hatte während der letzten Zeit bei Scharlachkranken Gelegenheit, die Verschiedenheit des Glanzes der Epidermis während der Abschuppungsperiode zu beobachten. Die Differenz im Glanze zwischen der alten und neu gebildeten Epidermis ist eine auffallende. Während die alte Epidermis eine mehr ebene

Fläche bildet, lässt die junge die Erhabenheiten der Cutisleistchen und der einzelnen Papillen viel schärfer hervortreten. Ebenso ist es mit der Schwitzhaut.

Ich glaube, dass wir diese Beschaffenheit der Hautoberfläche in's Auge fassen dürfen, trotzdem dass bis jetzt, soweit mir bekannt ist, kein Gewicht darauf gelegt wurde. Sind die Differenzen auch bei Weitem nicht so gross wie bei der glatten Metalloberfläche und dem Flanell, so wäre es doch möglich, dass die glatte glänzende Hautoberfläche die Wärme weniger schnell ausstrahlt als die matte, glanzlose, durchfeuchtete. Einige Versuche über die Wärmestrahlung, welche weiter unten folgen, lassen mich jedoch in dieses theoretische Raisonnement Zweifel setzen. Im Volksmunde gilt eine glatte glänzende Haut als Zeichen der Gesundheit, wie wir ein mattes glanzloses Auge als Zeichen von Schwäche und geistiger Depression ansehen.

Anders scheint es mir mit der Wärmeleitung sich zu verhalten. Ich habe darüber einige Versuche gemacht, welche ich mittheilen will, trotzdem ich dieselben für bei Weitem nicht vollständig oder gar diese Frage entscheidend halte. Ich berechnete nämlich die Leitungsfähigkeit nach einer später hin zu erwähnenden Methode, indem ich die Haut auf meine Versuchscylinder aufspannte. Liess ich dann die Haut längere Zeit in Wasser quellen, wobei sie mehrere Drachmen Wasser in sich aufnimmt, so erhielt ich für die Leitungsfähigkeit immer geringere Werthe um 5 — 15 %. Die mit Wasser durchfeuchtete Haut wäre demnach ein schlechterer Wärmeleiter als die trockene Haut. Allein ich fürchte, dass diese Methode, die Wärmeleitungsfähigkeit eines nassen Körpers zu bestimmen, zu ungenau erscheint, da die Dampfbildung nicht abgehalten werden kann. Uebrigens steht die geringere Wärmeleitungsfähigkeit einer durchfeuchteten Haut unsern theoretischen Anschauungen durchaus nicht entgegen. Die Haut ist verdickt und das in den Zellen durch Endosmose eingedrungene Wasser würde dann, weil die Flüssigkeiten nur ein geringes Wärmeleitungsvermögen[1]) haben, dasjenige der Haut noch verringern.

---

1) Müller-Pouillet, pag. 764.

Stellen wir nach dem Vorhergehenden die verschiedenen Arten der Wärmeabgabe bei trockener und durchfeuchteter Haut zusammen, so ist bei der letzteren die Wärmeabgabe durch Dampfbildung und möglicherweise auch durch Strahlung eine vermehrte, die Wärmezuleitung aus den inneren Schichten des Körpers eine verminderte. Dies Verhalten wird ein rascheres Sinken der Temperatur der äussersten Hautschichten zur Folge haben, ohne dass damit nothwendigerweise ein vermehrter Wärmeverlust für den Körper verbunden ist. Denn es ist sehr leicht denkbar, dass das Minus der Wärmezuleitung das Plus der vermehrten Wärmeabgabe übersteigt.

Die Beobachtung stimmt nun vollständig damit überein. Menschen, die viel schwitzen, leiden in der Regel schon bei mittlerer Temperatur der Luft an kalten Händen und Füssen. Ein unbedeutender Temperaturwechsel, die geringste Zugluft genügt häufig, dass sich solche Menschen „erkälten", wenn sie nicht durch wollene Unterjacken etc. diese rasche Wärmeabgabe verhüten. Ich werde später Gelegenheit haben, den Einfluss aller dieser Momente auf die Körpertemperatur des Schwitzenden zu besprechen.

Die Haut aus der regio hypochondrica eines Mannes hatte auf dem Cylinder aufgespannt 12,6 Ctm. Höhe, 28 Ctm. Umfang = 352,8 □Ctm. Dabei vergingen 74,5 Minuten bis zur Abkühlung von $^1/_2$ Liter Wasser von 38° auf 30° C. bei einer mittleren Temperaturdifferenz von 14° C.

Nimmt man das Gewicht von Wasser, Blech und Haut zusammen auf 0,6 Kilogr., die spec. Wärme des Wassers etc. = 1, so ergibt dies auf 1 □Ctm. und 1 Minute berechnet:

$$W = \frac{Q \, . \, s \, . \, T - t}{f \, . \, z} = \frac{0{,}6 \, . \, 1 \, . \, (38-30)}{74{,}5 \, . \, 352{,}8} = W = 0{,}000176 \text{ Calorien,}$$

wobei f die Oberfläche = 352,8 □Ctm. und z die Zeit = 74,5. Die Wärmeabgabe Wc der Haut beträgt nach Helmholtz berechnet pro Tag[1]):

---

1) Helmholtz in dem Artikel Wärme: encyclopädisches Wörterbuch der med. Wissenschaften, 1846. 35. Bd.

$$2700:100 = Wc:77{,}5.$$
$$Wc = 2092 \text{ Calorien.}$$

Dabei ist ein Körpergewicht von 82 Kilogr. angenommen, welchem eine Hautoberfläche nach Valentin[1]) von 1,65 □Meter entspricht. Berechnet man nach diesen Zahlen die Wärmemenge, welche die Haut in 1 Minute und durch 1 □Ctm. abzugeben hat, so ist:

$$Wc_1 = \frac{2092}{24.60.16500} = 0{,}00008822 \text{ Calorien.}$$

Die obige durch den Cylinder abgegebene Wärmemenge entspricht einer Temperaturdifferenz von 14° C.; berechnet man darnach die Temperaturdifferenz Td, welche dem lebenden Menschen bei einer täglichen Wärmeproduction von 2700 Calorien entsprechen würde, so ist

$$0{,}0001756:0{,}00008822 = 14:Td.$$
$$Td = 7^0 \text{ C.}$$

Nehmen wir dabei an, dass das Bindegewebe unter der Haut durchschnittlich 2° niedriger als das Innere unseres Körpers temperirt ist[2]), so wäre nach dieser Berechnung die Wärmeabgabe der Haut mit der Helmholtz'schen Wärmeproduction in Gleichgewicht bei einer Temperatur der unsere Haut umgebenden Luftschichten von 28,5° C. Dies wäre allerdings eine ziemlich hohe Temperatur der Luft für den „paradiesischen" Zustand, aber in Wirklichkeit sind die unsere Haut zunächst umgebenden Luftschichten in unseren Kleidern nicht viel weniger hoch temperirt. „Wir befinden uns in unseren Kleidern, wie wenn wir nackt in der windstillen freien Atmosphäre bei einer Temperatur von 24 bis 30° C. wären"[3]).

Da natürlich gar keine Rede ist, auf die obige Berechnung einen besondern Werth zu legen oder eine praktische Folgerung daran zu knüpfen, so ist es auch überflüssig, alle die Voraussetzungen, welche dieser Berechnung zu Grunde liegen, aufzuzählen. So leicht wird es eben nicht gehen, die Temperatur des „Paradieses" posthoc auf mathematischem Wege zu bestimmen, und es wäre auch schon insofern unnütz, weil diese reizenden Zeiten wohl für immer vorbei sind.

Das Bedürfniss einer Kleidung ist ein so allgemein gefühltes,

1) Valentin, l. c. pag. 265.
2) Ludwig, Physiologie II, pag. 461.
3) Pettenkofer, diese Zeitschrift, 1865, Heft 2.

dass es in Wirklichkeit nur wenige Völker gibt, welche vollkommen nackt einhergehen. Selbst der Wilde hüllt sich in die Häute und Pelze der Thiere, die er erlegt hat. In dem Maasse, als die Hülfsmittel der Völker wachsen, vervielfältigen sich die Mittel zur Bedeckung, indem die unzweckmässigen primitiven Substanzen durch zweckmässigere, dem Klima entsprechende Stoffe ersetzt werden. In der Auswahl dieser Stoffe hat dem Menschen einzig und allein die Erfahrung als Richtschnur gedient; an der Hand dieser sind die Mittel zur Bedeckung unserer Hautoberfläche ausserordentlich mannigfache geworden. Und diese dienen dann nicht allein zur Befriedigung des nächsten praktischen Bedürfnisses, sondern an dieselben knüpft sich unser ästhetisches Gefühl, so dass unsere Bekleidung in Material, Farbe und Schnitt die bunteste Mannigfaltigkeit bietet und nach Klima, Jahreszeiten, Völkern und Individuen einem steten örtlichen und zeitlichen Wechsel unterliegt.

Die Theorie, welche der Erfahrung immer nachhinkt, hat bis jetzt noch nicht nach allen Richtungen hin wissenschaftlich die Bedeutung der Kleidungsstoffe aufgehellt und festgestellt: wir haben noch keine vollständige, alle Seiten erschöpfende Bekleidungslehre. Insbesondere wissen wir noch wenig über die Art und Weise, wie unsere Kleider den Wärmeaustausch zwischen unserer Haut und den äussern Medien vermitteln, während dies doch gerade die wichtigste Function derselben ist. Pettenkofer[1]) sagt darüber: „Wir wissen wohl von manchen Metallen oder Metalloxyden, wie sie die Wärme leiten, aber der Unterschied zwischen Zeugen aus Wolle, Seide, Leinwand, Baumwolle, Leder u. s. w. ist noch nicht ermittelt worden. Wissenschaftlich liegt kein Grund vor, wesshalb die Bestimmungen der Wärmeleitungsfähigkeit von Wollentuch und Leinwand weniger Interesse darbieten sollten, als von Silber und Kupfer oder von Bleioxyd und kohlensaurem Kalk."

Die folgenden Angaben machen keinen Anspruch, dies Thema erschöpfend zu besprechen, dazu gehören mehr Zeit und feinere Hilfsmittel, als sie mir zu Gebote stehen, und es liegt auch ausser dem Bereich meiner sonstigen Untersuchungen. Die Resultate, welche ich nach einer Reihe von Versuchen mit dem oben beschriebenen

1) Pettenkofer, l. c. pag. 184.

kleinen Apparate erhielt, könnten indess dem einen oder andern meiner Leser von Interesse sein, und so mögen sie hier als Beiträge zu einer künftigen Bekleidungslehre ihre Aufnahme finden.

Es wäre überflüssig, die Function jedes einzelnen Kleidungsstoffes zu besprechen; selbstverständlich muss man sich bemühen, allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen. So habe ich denn als Repräsentanten unserer Kleidung nachfolgende Stoffe genommen, auf welche sich die angegebenen Werthe beziehen:

1) Feinste Bielefelder Leinwand;
2) für Baumwolle: feinsten Hemdenshirting;
3) für Wolle: feinen Unterjacken- oder Hemdenflanell;
4) gewöhnliches dünnes Seidenzeug;
5) für Leder: feines Waschleder (Schafleder).

Anfänglich suchte ich durch Trocknen der Stoffe in warmer Luft das hygroscopisch gebundene Wasser zu entfernen. Ich kam davon ab, weil die Differenzen, welche ich zwischen solchen getrockneten und nicht getrockneten Stoffen erhielt, zu gering waren. Dann verlieren die Stoffe auch wohl den grössern Theil dieses Wassers dadurch, dass sie bis 45^{0} erwärmt werden und dass dann noch 10—20 Minuten vergehen, bis der obere Grad notirt wird. Andererseits haben wir es im practischen Leben nie mit Zeugen ohne hygroscopisch gebundenes Wasser zu thun.

Ueber das Vermögen der Kleidungstoffe, die Wärme auszustrahlen.

Umhüllte ich Eine der Blechbüchsen dicht mit Flanell und Shirting, so dass bei einem ersten Versuche der Flanell, bei einem zweiten der Shirting nach aussen gekehrt war, so konnte ich aus der Differenz der Wärmeabgabe in der Zeiteinheit die Wärmestrahlungsfähigkeit der einzelnen Stoffe berechnen. Es ist dabei angenommen, dass diese Stoffe, welche ich auf solche Art prüfte, durch Leitung (directe Uebertragung der Wärme an die Luft) gleiche Mengen Wärme verlieren. Unsere Vorstellungen über die Art und Weise der Wärmeübertragung von festen auf luftförmige Körper stehen dieser Annahme nicht entgegen.

Auf diese Art fand ich, die Wärmestrahlung von Wolle (Flanell) = 100 angenommen:

Wolle	=	100
Waschleder	=	100,5
Seide	=	102,5
Baumwolle	=	101
Leinwand	=	102

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass alle die ebengenannten Stoffe in ihrem Strahlungsvermögen nur unbedeutend differiren. Die gefundenen Differenzen sind so gering, dass sie zum Theil noch innerhalb der Beobachtungsfehler liegen.

Es ist also für die Wärmestrahlung gleichgültig, ob wir zur äussersten Hülle unserer Bekleidung Wolle oder Leder oder irgend einen andern Stoff nehmen. Selbst das Guttaperchatuch, wie wir es zu unsern Regenmänteln benützen, strahlt trotz seiner glatten glänzenden Oberfläche nicht weniger, sondern eher etwas (1—2 %) mehr Wärme aus. Angesichts dieser geringen Differenz trage ich Bedenken, die theoretische Behauptung aufrecht zu erhalten, dass eine glänzende glatte Hautoberfläche weniger Wärme ausstrahle, als eine matte glanzlose. — Für die Genauigkeit der Versuche ist es unbedingt nöthig, dass die Versuchsstoffe jedesmal gleichmässig straff angezogen werden. Es ist nun möglich, dass die Differenzen in der Strahlung zwischen Wolle und den angegebenen Stoffen darauf beruhen, dass der Flanell durch die andern Stoffe leichter zusammengedrückt, in seinem Volum verkleinert wird, als umgekehrt.

Ueber die Wärmeleitungsfähigkeit der Kleider.

Umhüllt man das eine Mal die Blechbüchse dicht anliegend mit Einer Lage und ein zweites Mal dieselbe Büchse ebenso dicht mit zwei Lagen Flanell, so kann man aus den Abkühlungsgeschwindigkeiten nach der zweiten Formel die Wärmeleitungsfähigkeit des Flanells berechnen, denn es ist ohne Weiteres klar, dass die Wärmebewegung beim zweiten Versuch nur um die Leitung durch die zweite Flanelllage gehemmt ist.

Verstrichen z. B. zur Abkühlung um 18,6° C. bei einer ein-

fachen Umkleidung 119′ 30″, bei einer doppelten Umkleidung 139′ 12″, so ist bei gleicher Zimmertemperatur:

$$C = \frac{119' \, 30''}{139' \, 12''} = 85{,}8 \text{ oder}$$

in Procenten ausgedrückt: Flanell hindert die Wärmebewegung durch Leitung um 14,2 %.

Auf dieselbe Art lässt sich die Wärmeleitungsfähigkeit jedes einzelnen Stoffes prüfen; man vertauscht nur die untere Lage des Flanells mit Leinwand, Seide etc. etc. und hat dann die Wärmeleitungsfähigkeit des betreffenden Stoffes.

So fand und berechnete ich folgende kleine Tabelle, in deren vorderen Columne die Werthe sich auf die Constanten, in der hintern auf die Procente, um welche die Stoffe die Wärme durch Leitung hemmen, sich beziehen.

Dünnes Seidenzeug	= 97	3
Guttaperchatuch	= 96	4
Shirting	= 95	5
Leinwand	= 95	5
Dickeres Seidenzeug	= 94	6
Dickere hausgemachte Leinwand	= 91	9
Waschleder	= 90—88	10—12
Flanell	= 86	14
Sommerbokskin	= 88	12
Winterbokskin	= 84—74	16—26
Doppelstoff	= 75—69	25—31

Vorstehende Tabelle enthält Durchschnittswerthe, welche ich nach vielen Versuchen berechnete; ich glaube daher der Wahrheit ziemlich nahe gekommen zu sein. Selbstverständlich kommt es sehr auf Dichtigkeit und Feinheit der Zeuge und auf die Art der Umkleidung an. Je straffer man bei der Umhüllung die Versuchsstoffe anzieht, desto geringere Werthe erhält man für die Wärmeleitung. Wie viel das ausmachen kann, zeigt folgender Versuch. Die Wärmeleitungsfähigkeit einer losen Lage Watte berechnete sich auf $C = 52$. Sobald man aber die Watte fest zusammendrückt, in ihrem Volumen verkleinert, fällt die Constante auf 73.

Ueber die Absorption der dunklen Wärme durch unsere Kleider.

Was in obiger Tabelle zunächst auffällt, ist die geringe Procentzahl, um welche unsere Kleider durch Leitung die Wärmeabgabe hindern. Man spricht von unsern Kleidern, dass wir uns ihrer als schlechter Wärmeleiter bedienen, und doch wären 3—14 und selbst 30% Hemmung in der Wärmeabgabe sehr wenig, man sollte erwarten, dass sie diess in viel höherem Grade thun würden. Berechnen wir z. B. nach diesen Zahlen, wie viel Procente Wärme ein vollständiger Winteranzug zurückhält, so würde die Summe der gefundenen Zahlen nicht mit der Grösse der Temperaturdifferenz, welche wir gar oft im Winter zu überstehen haben, nur einigermaassen in einem passenden Verhältniss stehen.

Und in der That hält unsere Kleidung noch auf eine andere Art warm; sie liegt nämlich nur an wenigen Punkten oder an kleinen Flächen dicht unserer Haut an, der weitausgrössere Theil berührt dieselbe nicht direct, sondern ist durch mehr oder weniger grosse Zwischenräume von der Haut getrennt. Solche Zwischenräume hemmen nun, wie aus nachfolgenden Versuchen hervorgeht, die Wärmebewegung ganz ausserordentlich. Umkleidet man nämlich das eine Mal die Cylinder mit zwei Lagen Flanell, welche eng der Oberfläche anliegen, und ändert dann die Umhüllung ein zweites Mal derart, dass die zweite Lage Flanell nur lose um die erste geschlungen ist, dass etwa eine Distance von $^1/_2$—1 Centimeter zwischen der ersten und zweiten Flanelllage ist, so wird die Abkühlungsgeschwindigkeit in hohem Grade geändert. Die Constante C und die Procentzahl mit und ohne Hemmung durch Leitung berechnet sich dann für den Zwischenraum:

	mit der Leitung durch die Stoffe		nach Abzug der Leitung	Die Permeabilität für atmosph. Luft nach Pettenkofer in gleichen Zeiten
	Constante	in Procenten	in Procenten	
Leinwand	63	37	32	6,03
Shirting	62	38	33	—
Seide	62	38	32	4,14
Flanell	57	43	29	10,41
Waschleder	58	42	30	5,14
Guttaperchatuch	60	40	36	0

Also um 29—36% wird die Wärmeabgabe durch einen solchen Zwischenraum gehindert, beinahe um ebensoviel oder noch mehr als ein dicker Winterbokskin oder Doppelstoff durch Leitung hemmt. Fragen wir nun, welcher Art von Wärmebewegung diese Hemmung zukommt, so müssen wir sie einzig und allein der strahlenden Wärme zuschreiben. „Mit der Wärme, welche von der nackten Körperoberfläche nicht weiter benützt ausstrahlt, und welche bei der Anwendung der Bekleidung an der Ausstrahlung gehindert (nicht absorbirt) wird, heizen wir die beständig durch die Maschen und Poren der Zeuge wechselnde Luft“ [1]). Und in der That, nach unsern theoretischen Anschauungen muss die directe Uebertragung der Wärme an die Luft durch eine grössere Distance der Umhüllung bedeutender werden, als wenn die Stoffe dicht anliegen. Die Oberfläche wird eine grössere und der Zwischenraum, welcher zwischen der ersten und zweiten Umhüllung ist, wird sich wie ein Schornstein verhalten, der den Luftwechsel von unten nach oben befördert. Ein Vergleich der dritten und vierten Reihe zeigt uns auch, dass die Permeabilität der Stoffe im umgekehrten Verhältniss zu der Wärmehemmung der Zwischenräume steht. Wir sehen aus diesen Versuchen wieder die Bedeutung der strahlenden Wärme, wir sehen aber auch, wie sehr wir die Verausgabung derselben durch unsere Kleider hindern. Bei einem vollständigen Winteranzug hängen wir immer einen Stoff über den andern, mit jeder weitern Lage schaffen wir neue Zwischenräume, welche die Wärmeausstrahlung hindern und sie gewiss schliesslich auf sehr geringe Werthe reduciren.

Die geringe specifische Wärme der Atmosphäre lässt uns das mehr oder weniger Luft, das durch unsere Kleider geht, nicht so sehr empfinden, unsere Kleidung kann „luftig und doch warm“ sein. Erst wenn die atmosphärische Luft sehr kalt oder sehr bewegt ist, suchen wir auch den Zutritt der Luft von unserer Haut fern zu halten. Dann aber hemmen wir den Zutritt durch Stoffe, welche geringe Leitungsfähigkeit mit Undurchdringlichkeit für Luft verbinden, z. B. Pelzwerk. Empfindlichen, zur „Erkältung“ geneigten Individuen empfehlen wir den Aufenthalt in geschlossenen Räumen.

1) Pettenkofer, l. c. pag. 192.

Es erklärt sich aus diesem Verhalten mit Leichtigkeit die Thatsache, dass wir an allen denjenigen Theilen unseres Körpers, wo die Kleider eng anliegen, auch leicht frieren, z. B. an der Vorderfläche der Oberschenkel beim Sitzen; dass eng anliegende Kleider, Stiefel, Handschuhe, nicht so warm halten, als weite Kleidungsstoffe. Darauf mag es auch beruhen, dass Glaçéhandschuhe nicht so warm geben, als waschlederne; letztere weiten sich sehr bald aus, während erstere dies nicht thun. Enge Handschuhe halten aber schon desshalb nicht warm, weil sie die Blutzufuhr zur Haut, ihre Turgescenz mechanisch hindern. Es hat gewiss schon Jedermann die Erfahrung gemacht, dass in engen Handschuhen die Hände leichter erkalten, als wenn sie ganz unbekleidet sind.

Unsere Kleidungsstoffe verdanken ihrer Leichtigkeit und einer gewissen Elasticität die Eigenschaft, sich nicht so direct an die Haut anzulegen, sich mit wenigen Stützpunkten zu begnügen. In trockenem Zustande differiren Leinwand, Baumwolle, Seide und Wolle viel weniger in dieser Eigenschaft, als im feuchten Zustande. Leinwand saugt sich viel schneller voll Wasser als Baumwolle und besonders Wolle. Die nasse schwere Leinwand schmiegt sich ganz genau der Körperoberfläche an, während Wollzeuge, auch wenn sie mit Wasser getränkt sind, immer noch einen gewissen Grad von Elasticität behalten und unsern Körper nicht ganz der wohlthätigen Luftzwischenräume berauben. Schliesslich gibt dann noch die Leinwand ihr hygroscopisch gebundenes Wasser recht schnell ab: „Um was eine Fläche Leinwand leichter benetzt, als eine gleich grosse Fläche Wolle, um das trocknet sie auch leichter“ [1]).

So wirkt denn Alles zusammen, um Leinwand als wenig geeignet zur Bekleidung für Leute zu machen, die leicht schwitzen oder bei Wind und Wetter arbeiten müssen, was man übrigens in der Praxis schon längst wusste.

Interessant wäre es, das Leder auf dieses Verhalten zu prüfen, da dasselbe in frühern Jahrhunderten eine grössere Anwendung als Bekleidungsstoff hatte, als heutzutage.

---

1) Pettenkofer, l. c. pag. 188.

Einfluss unserer Bekleidung auf die Absorption der leuchtenden Wärme.

Melloni hat gezeigt, dass die Wärmeausstrahlung der Kleider, welche den menschlichen Körper bedecken, unabhängig von ihrer Farbe ist; ebenso wie die Farbe eines thierischen Pelzes auf die Ausstrahlung keinen Einfluss haben kann.

Tyndall, dessen schon citirtem Werke pag. 365 ich diess entnehme, fügt bei, dass bei Anwendung einer entscheidenderen und genaueren Methode, als der von Melloni angewendeten, seine Schlüsse wohl eine Abänderung erfahren werden. Anders verhält es sich mit der Absorption der Wärme. Die Farbe hat nach Melloni keinen Einfluss auf die Absorption der dunkeln Wärme, sie hat aber grossen Einfluss auf die Absorption der leuchtenden Wärme, z. B. der Sonnenwärme. Während Tyndall die Resultate überall ganz genau in Zahlen gibt, fügt er diesen Angaben weiter Nichts bei, und so habe ich denn, obwohl mir die Melloni'schen Untersuchungen nicht zu Gebote stehen, und ich desshalb nicht weiss, ob Melloni nähere Zahlen darüber gegeben hat, Versuche über die Wärmeabsorption unserer Kleidung angestellt.

Bei diesen Versuchen wurde in analoger Weise wie früher verfahren. Nur kann man die Zeit in die Berechnung nicht einführen, da die Temperatur der Sonnenstrahlen, selbst an ganz wolkenlosen Tagen, ständig schwankt. Man muss unbedingt zwei Cylinder mit genau auf einander stimmenden Thermometern und sehr exacter Eintheilung haben.

Die Cylinder wurden vorher in einem Kaltwasserbad auf gleiche Grade abgekühlt, das Wasser in denselben immer sorgfältig umgerüttelt; dann wurden sie abgetrocknet, mit den zu prüfenden Stoffen bekleidet und in gleicher Neigung den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Die Temperatur der Sonnenstrahlen wird mit einem Kienrussthermometer gemessen.

Durch einen Versuch suchte ich mich zu vergewissern, ob die Wärmeabsorption proportional der Temperaturdifferenz vor sich geht, wie wir dies schon vorweg theoretisch annehmen könnten.

Setzte ich die Cylinder, deren Inhalt verschiedene Temperaturen

zeigte, bei ganz gleicher Umhüllung dem directen Sonnenlichte aus, so betrug die Wärmeabsorption bei einer durchschnittlichen Sonnenwärme von 47,5° C. in gleicher Zeit:

Cyl. I.	Cyl. II.
21,1° C.	28,9° C.
24,6° C.	31,3° C.
Zunahme = 3,5° C.	Zunahme = 2,4° C.

Berechnet man die Wärmeabsorption nach der Formel:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{T_1 - t_1}{T_2 - t_2} \cdot \frac{(2s - T_2 - t_2)}{(2s - T_1 - t_1)}$$

worin s = die Sonnenwärme zu 47,5° und T_1 T_2 t_1 und t_2 die betreffenden Temperaturen der Cylinder wie in den obigen Formeln, so verhalten sich die beiden Cohstanten wie 118 : 122.

Dies ist ein genügend übereinstimmendes Resultat, so dass also nach diesem Versuche die Wärmeabsorption proportional der Temperaturdifferenz ist.

Durch eine weitere Anzahl von Versuchen suchte ich die Absorptionscoefficienten für Stoffe von verschiedener Qualität, aber gleicher (weisser) Farbe festzustellen. Nach Abzug der verschiedenen Leitungsfähigkeit der betreffenden Stoffe berechnen sich folgende Constanten:

Für	Baumwolle	C = 100
„	Leinen	C = 98
„	Flanell	C = 102
„	Seidenzeug	C = 108
„	Blech blank	C = 106.

Interessant ist, dass das blanke Blech, welches im Verhältniss zu den Kleiderstoffen die Wärme so schlecht ausstrahlt, die Sonnenstrahlen so gut absorbirt; dagegen besteht nur wenig Differenz in dem Absorptionsvermögen der Baumwolle, Wolle und Leinen, welche theilweise noch innerhalb der Beobachtungsfehler fällt. Nur Seide scheint die Sonnenwärme etwas besser zu absorbiren.

Es wäre übrigens möglich, dass die verschiedenen Farbematerialien in Weiss, welche bei den eben bezeichneten Stoffen nicht die gleichen, sondern verschieden waren, einen Unterschied in der Wärmeabsorption bedingten. Ich hätte mir nämlich Baum-

wolle, Wolle etc. vorher in ein und derselben Farbe müssen färben lassen — dies scheint mir zur exacten Entscheidung dieser Frage unbedingt nothwendig zu sein — wie ich dies zu den folgenden Versuchen über den Einfluss der Farbe auf die Wärmeabsorption that, zu welchen ich, um den Nebeneinfluss der veränderten Beschaffenheit und Leitungsfähigkeit des Gewebes auszuschliessen, Streifen von Hemdenshirting benützte, welche vorher in den einfachen Farben gefärbt worden. Mit diesen verschieden gefärbten Stoffen überzog ich meine Cylinder, den einen immer mit weissem, den andern mit gefärbtem Shirting, setzte sie dem directen Sonnenlichte aus, und berechnete auf gleiche Weise wie oben.

Constante für die verschiedenen Farben:

weiss	$C = 100$
blassschwefelgelb	$C = 102$
dunkelgelb	$C = 140$
hellgrün	$C = 155$
dunkelgrün	$C = 168$
türkischroth	$C = 165$
hellblau	$C = 198$ (!?)
schwarz	$C = 208$.

Der ungemeine Einfluss der Farbe auf die Absorption der leuchtenden Wärme (der Sonne) ist einem Jeden aus der Erfahrung bekannt; die berechneten Constanten zeigen denn auch ganz enorme Differenzen in ihren Werthen.

Ich hoffe nicht zu ermüden, wenn ich für Denjenigen, der diese Versuche nachzumachen Lust hat, erwähne, dass die abgelesenen Werthe nur die Temperatur der obern Wasserschichten der Cylinder anzeigen, nicht diejenige des ganzen Inhaltes, da natürlich die wärmeren Wasserschichten nach oben strömen. Sobald man die Cylinder umrüttelt, fällt das Thermometer oft um einen vollen Grad und mehr. Je nachdem man nun die Werthe vor oder nach dem Umrütteln in Rechnung bringt, erhält man die Constanten verschieden gross. Ebenso habe ich mich überzeugt, dass die relative Bewegungsgeschwindigkeit und die Temperatur der Luft von Einfluss bei diesen Versuchen sind. Ist die Atmosphäre bewegt, höher oder niedriger temperirt, als das Wasser in den Büchsen, so

wird natürlich ein entsprechender Wärmegewinn oder Verlust von Seiten der Cylinder eintreten, welcher, sobald sich Differenzen in der Wärmeabsorption zeigen, auch verschieden hoch ausfällt. Alle diese Fehlerquellen habe ich bei Berechnung meiner Constanten vernachlässigt.

Die meisten der obigen Versuche habe ich Herbst 1868 während der letzten heissen Tage dieses Jahres gemacht, und nur einige wenige im Sommer 1869. Durch anderweitige Abhaltungen war es mir nicht vergönnt, die nöthige grössere Anzahl von Controlversuchen zu machen, um Durchschnittswerthe zu erhalten. Dies erscheint mir aber schon desswegen um so nothwendiger, weil man erst im Laufe des Experimentirens sich die nöthige Fertigkeit und Umsicht erwirbt, Fehler, welche eben immer bei derart Versuchen unterlaufen, zu vermeiden und zu rectificiren.

Ich möchte noch das Ergebniss eines kleinen Versuches hier anführen, nach welchem der Einfluss der Farbe für andere Licht- und Wärmequellen auf die Absorption gleich Null ist. Das Absorptionsvermögen der leuchtenden Wärme des Gaslichtes ist nämlich für weissen und schwarzen Shirting ganz gleich. In gleicher Distance von einem Gaslichte absorbirten in gleichen Zeiten:

Cyl. I weiss	14,15	Cyl. II schwarz	14,2
	18,20		18,2

Die kleine Differenz liegt in den Grenzen der Beobachtungsfehler.

Ueber das Verhältniss von Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Dampfbildung.

In Vorstehendem wurde gezeigt, in wie hohem Grade wir die Wärmeabgabe durch Strahlung vermittelst unserer Kleidung hemmen. Sobald unsere Kleidung aus zwei bis drei auch noch so dünnen Stoffen besteht oder im Bette ist die Wärmeabgabe durch Strahlung gewiss auf ein sehr geringes Maass reducirt. In minderm Grade ist dies der Fall bei der Wärmeabgabe durch Leitung, durch Erwärmung der unsere Haut zunächst berührenden Luftschichten. Ich beziehe mich wiederum auf die Pettenkofer'schen Versuche, welche zeigten, wie ausserordentlich durchgängig die meisten und

die gebräuchlichen unserer Kleidungsstoffe für die atmosphärische Luft sind.

Wesentlich anders aber gestaltet sich die Wärmeabgabe durch Dampfbildung. Wenn wir bedenken, wie zahlreich die Schweissdrüsen des Menschen sind, dass die grosse Mehrzahl der Menschen factisch mehr trinkt als nöthig ist, dass wir durch Hemmung der Wärmestrahlung und Leitung vermittelst unserer Kleidung und durch Aufenthalt in geschlossenen Räumen den Congestionszustand der Haut in hohem Grade erhöhen, dass unsere Kleidung mehr oder weniger leicht den Schweiss aufsaugt und bei der leichten Durchgängigkeit derselben für die Luft einerseits eine grössere Verdunstungsoberfläche, andererseits bei niederer Temperatur der Luft in der Nähe der Haut günstigere Bedingungen zur Dampfbildung bietet, — so resultirt aus alledem die Möglichkeit einer verstärkten Wärmeabgabe durch Dampfbildung, und in der That hat sich die Ansicht, dass die Verdunstung des Schweisses und der im Gewebe der Haut befindlichen Flüssigkeiten der wichtigste Regulator ist, durch welchen eine zu starke Erhitzung des Körpers verhütet wird, überall Geltung verschafft.

Von jeher hat man der Perspiratio insensibilis grosse Aufmerksamkeit geschenkt und mit Recht. Weyrich[1]) sagt von ihr: „Die Perspiratio insensibilis hat die Bedeutung einer physiologischen Function höhern Rangs," und in These I: „Die unmerkliche Wasserverdunstung der Haut ist insofern eine blos physikalische Function des Thierkörpers, als für dieselbe kein eigenthümlicher secretorischer Apparat existirt. Es handelt sich bei ihr vielmehr um einen einfachen Verdunstungsvorgang, der nicht einmal an den Lebensprocess gebunden ist, da auch der Leichnam noch sehr energisch durch die Haut dunstförmiges Wasser ausscheidet."

Angenommen, es wäre dem so, und es liegt keine Thatsache vor, die uns berechtigte, daran zu zweifeln, so müssen wir Allem, was die Hautausdünstung hemmt oder fördert, eine grosse Bedeutung zuschreiben.

---

1) Die unmerkliche Wasserausdünstung der menschlichen Haut von Dr. V. Weyrich, 1862, pag. 210.

Den ungemeinen Einfluss einer zu leichten oder zu warmen Bekleidung, einer mit Schweiss getränkten Hautoberfläche, der Temperatur, der Bewegungsgeschwindigkeit und des Dampfgehaltes der Atmosphäre, die schädlichen Einflüsse von feuchten mit Wasserdampf erfüllten Wohnungen auf Entstehung und Verlauf vieler Krankheitsprocesse, haben wir tagtäglich Gelegenheit in der Praxis zu beobachten. Dass aber alles dies von immensem Einfluss auf den Wärme-Haushalt unseres Körpers ist, liegt auf flacher Hand.

Die Geschichte der Medicin zeigt, dass im Lauf der Jahrhunderte eine Anzahl von Krankheiten, besonders solche mit Localisation auf der äussern Haut, verschwunden sind, dass andere an Intensität abgenommen haben (z. B. englischer Schweiss, Pest, Aussatz, Blattern); dass dafür neue Krankheiten aufgetreten sind oder in ihrer Häufigkeit zunehmen (Cholera, Diphtherie). Aber die Geschichte zeigt uns auch, dass im Lauf der Jahrhunderte die Art der Bekleidung und der Ernährung eine andere geworden, wir haben darin „abgeändert"; Wolle und besonders Baumwolle haben das Leder fast verdrängt, und gegenüber der Leinwand gewinnt die Baumwolle tagtäglich mehr Terrain; unsere Bekleidung ist eine wesentlich bessere geworden. Zu gleicher Zeit mit dem Aufschwung der mechanischen Webereien, welche dies bewirkten, hat sich auch die Eisenindustrie und der Kohlenbergbau mächtig entwickelt. Während in frühern Jahrhunderten schon das Feueranmachen mit vielen Umständen verknüpft und das Kochen in den alten Rauchfängen mit verhältnissmässig grösserm Aufwand von Zeit und Geld verknüpft war, ist jetzt das Kochen, die Herstellung von warmen Flüssigkeiten etc. ungemein erleichtert. Mussten damit nicht auch Aenderungen in der allgemeinen und localen Wärmeökonomie unseres Körpers verbunden sein?

Die geographische Pathologie lehrt uns, dass die Entstehung und das mehr oder weniger häufige Auftreten einer Reihe von Krankheiten an Temperatur und Luftfeuchtigkeit gewisser Climate gebunden ist, dass die Entwicklung dieser Krankheiten theilweise durch Temperatur und Feuchtigkeit einzelner Jahrgänge beeinflusst wird — dass die Durchtränkung des Bodens mit Feuchtigkeit (bei schnellem Fallen des Grundwassers in porösem Boden, also bei

günstigen Bedingungen zur Dampfbildung seitens des Erdreichs) von grosser Wichtigkeit auf die Genese einiger sogenannter zymotischer Krankheiten (Typhus, Cholera) ist; dass die Elevation des Bodens über eine gewisse Höhe (verminderte Dichtigkeit der Luft und günstige Bedingungen zur Dampfbildung seitens unserer Haut) eine grosse Zahl der ebengenannten Krankheiten weniger häufig zeigt oder ganz ausschliesst, z. B. Tuberculose. Wäre es nicht möglich, dass die veränderte Wärmeabgabe der Haut in ihrer cumulativen Einwirkung auf unsern Organismus ein Zwischenglied zwischen diesen Einflüssen und der Genese dieser Krankheiten wäre? Wir dürfen uns nicht daran stossen, dass die erwähnten Krankheiten in Localisation und ihrer äussern Erscheinung so verschiedenartig in unsere Sinne fallen, denn im Grunde sind es immer dieselben Processe — Entzündungskrankheiten verschiedener Gewebstheile unseres Körpers, und sie haben alle ein Symptom, ja das wichtigste von allen gemein: „Erhöhung der Körpertemperatur," ganz abgesehen von andern Berührungspunkten.

Doch ich werde noch Gelegenheit haben, wenigstens theilweise, diese Punkte eingehender zu besprechen; zum Schlusse dieses Aufsatzes möchte ich noch ein wichtiges Capitel der Wärmeökonomie berühren, nämlich den bekannten Versuch von Becquerel und Breschet über Unterdrückung der Hautausdünstung, der durch seine unrichtige Deutung das Verständniss der Temperaturverhältnisse nur verwirren kann.

Ueber die Erniedrigung der Körpertemperatur bei Unterdrückung der Hautausdünstung.

Auf das beträchtliche Sinken der Eigenwärme bei Thieren, deren Körperoberfläche mit einer undurchdringlichen Decke überzogen wird, ist zuerst von Breschet und Becquerel[1]) aufmerksam gemacht worden. Sie theilten mit, dass Kaninchen, deren rasirte Haut sie mit einem Ueberzug von Leim, Talg und Harz bedeckten, in 1 oder 1½ Stunden 14—18° C. von ihrer Eigenwärme verloren und bald darauf starben. Diese Beobachter machen bereits darauf

1) Breschet u. Becquerel, Annal. des sciences nat. 1834. III. 260.

aufmerksam, dass das von ihnen Wahrgenommene in einem Widerspruch mit den Functionen der Haut zu stehen scheine. Die Beobachtung selbst aber wurde von mehreren Experimentatoren, neuerdings von Gerlach[1]), Valentin[2]) und Edenhuizen[3]) vollkommen bestätigt.

Wunderlich[4]) fügt dieser Darstellung bei: „Diese sonderbaren Thatsachen dürften sich kaum anders deuten lassen, als durch die Annahme, dass bei der Unterdrückung der Hautausdünstung ein dem Körper schädlicher, namentlich auf das Respirationscentrum toxisch wirkender und durch Verminderung des Athmens auch die Wärmeproduction herabsetzender Secretionsstoff im Blute zurückgehalten werde."

Keiner der genannten Beobachter prüfte, ob nicht durch das Rasiren der Haare und Anstreichen der Haut mit Leinölfirniss, Mucilago Gummi arabici etc. die Wärmeabgabe eine andere grössere, als bei den Thieren mit intactem Pelze sei. Ein einfacher Versuch mit meinen Cylindern hat dies Verhalten mehr als wahrscheinlich gemacht.

Ueberzieht man nämlich die eine der Blechbüchsen mit dem intacten Pelz und berechnet dann Constante für denselben Pelz nur auf die angegebene Art präparirt, so ist

1) Wärmeabgabe eines intacten Pelzes $C = 100$
2) desselben Pelzes geschoren $C = 190$
3) desselben Pelzes geschoren, mit Leinölfirniss bestrichen $C = 258$
4) mit Mucil. Gummi arabici $C = 296$

Angesichts dieser so colossal vermehrten Wärmeabgabe durch Leitung, Strahlung und theilweise Dampfbildung (bei Muc. Gummi arab.) erscheint es unmöglich, die Temperaturerniedrigung, welche dem Anstrich mit den obenerwähnten Substanzen folgt, noch

1) Gerlach, Müllers Archiv pag. 467, 1851.
2) Valentin, Archiv für physiolog. Heilk. 1858, pag. 433.
3) Edenhuizen, Zeitschr. für rat. Med. 1863, pag. 35.
4) Wunderlich, das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten. Leipzig 1868.

auf Rechnung der „Unterdrückung der Hautausdünstung“ zu setzen. Es ist durch diese Versuche im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Temperaturerniedrigung, wenigstens von Beginn des Versuchs an, einzig und allein von dieser so sehr vermehrten Wärmeabgabe herrührt.

Hält man dies fest, so erklärt sich eine Reihe von Erscheinungen, welche bei diesen Versuchen experimentell bereits festgestellt wurden, und beziehe ich mich speciell in Folgendem auf die Edenhuizen'sche eben erwähnte Abhandlung.

1) Valentin wies schon nach, dass das Fallen der Eigenwärme in einem gewissen Verhältniss zur Temperatur der umgebenden Luft steht; dass die Eigenwärme um so rascher sinkt, je niedriger die äussere Temperatur, und dass die Eigenwärme wieder steigt, die Thiere sich wieder erholen, sobald sie in einen warmen Raum von 20 — 40° C. gebracht werden. Indessen konnte bei Valentin's Versuchen eine so hohe Temperatur den Todeseintritt nur verzögern, nicht verhindern. Ich füge diesen Versuchen Valentin's bei, dass es mir gelang, ein Kaninchen, dessen Körperoberfläche, bis auf Ohren und Kopf, vollständig mit Leinölfirniss überzogen war, in einem heizbaren Käfige, dessen Temperatur gleichmässig auf 26 — 28° R. gebracht war, fünf Tage am Leben zu erhalten. Das Kaninchen war ziemlich munter in demselben, frass und zeigte kein abnormes Verhalten der Respirationsfrequenz, während die Mastdarmtemperatur nicht allein die Eigenwärme des Kaninchens 39,5° — 40° C. erreichte, sondern sehr häufig, wenn nämlich der Käfig überheizt war, überstieg. Es erklärt sich ferner:

2) Dass Kaninchen stärker und rascher durch Ueberziehen ihrer geschorenen Hautoberfläche afficirt werden als der behaarten[1]). Die behaarte Hautoberfläche, auch wenn sie angestrichen ist, verleiht immer noch Schutz und mindert die Wärmeabgabe.

3) Dass sie früher nach Ueberziehen mit Muc. Gummi arab. als mit Leinölfirniss zu Grunde gehen. Zu der vermehrten Wärmeleitung und Strahlung kommt noch der Wärmeverlust durch Dampfbildung, welche das Muc. Gummi arabici mit sich führt.

---

1) Edenhuizen, l. c. p. 82.

4) Dass die Zeit, während welcher nach dem Ueberziehen das Leben noch fortbesteht, im Ganzen mit der Grösse des Thieres wächst[1]). Am schnellsten erlag die Maus, dann das Kaninchen, Wiesel und endlich die Schafe. Es ist wohl kaum nöthig, zu erwähnen, dass dies von dem Verhältniss der Oberfläche zum Volumen abhängt.

5) Es erklärt sich ferner, warum bei blos partiellem Ueberziehen der Haut in dem Maasse, als der Ueberzug kleinere Dimensionen annimmt, die Einwirkung auf die Eigenwärme ausbleibt. „Je grösser die freigelassene Oberfläche, desto weniger beträchtlich ist das anfängliche, desto langsamer erfolgt das spätere Sinken der Temperatur, der Respiration und der Pulsfrequenz, desto später erfolgt der Tod“[2]).

6) „Wenn der Ueberzug nur über $^1/_8$ bis $^1/_6$ unserer Körperoberfläche sich erstreckt, tritt die Steigerung der Respirationsfrequenz in den Vordergrund, während die Temperatur und Pulsfrequenz eine sich mehr gleich bleibende Erhöhung erfahren“[3]). An einer spätern Stelle bemerkt Edenhuizen, dass die Erhöhung der Eigenwärme, der Respiration und Pulsfrequenz offenbar auf einen durch partielle Ueberzüge bis zu einer gewissen Ausdehnung hervorgerufenen febrilen Zustand deuten. Ich halte diese Temperatursteigerung für ganz dieselbe, wie sie im Anfange bei Einwirkung niederer Temperaturen auf unsere Haut innerhalb gewisser Grenzen sich bemerkbar macht, welche Liebermeister[4]) zuerst nachgewiesen hat, und welche nach dessen Berechnungen auf vermehrter Wärmeproduction beruht. Dieselbe Steigerung hat später Weisflog[5]) für kalte Sitzbäder nachgewiesen.

7) Wenn Edenhuizen sagt, dass die Abnahme der Körpertemperatur in Folge theilweiser oder gänzlicher Entfernung der Haare in keinem der untersuchten Fälle eine messbare war, so

1) Edenhuizen, l. c. p. 81.
2) Edenhuizen, l. c. p. 85.
3) Edenhuizen, l. c. p. 86.
4) Liebermeister, Archiv für Anat. u. Physiologie 1860, 61.
5) Weisflog, deutsches Archiv für klinische Medicin. II. Bd. 6. Heft.

muss ich dem entgegentreten: Ein starkes männliches Kaninchen zeigte folgende Schwankungen seiner Eigenwärme bei einer Zimmertemperatur von 18° — 20° C.:

Vor dem Scheeren (vom 2. bis 4. August):	
Mastdarmtemperatur	39,6°—40° C.
2 Stunden nach dem Scheeren	38,8
5. Aug. Morgens	38,7
— Abends	38,9
6. Aug. Morgens	38,9
— Abends	38,6
7. Aug. Morgens	38,5 u. s. w.

Das Thier starb unter heftigem Schreien und Convulsionen am 12. August. Während der letzten Tage wurde die Eigenwärme nicht gemessen. Die Section zeigte die Venen und Capillargefässe der Haut stark gefüllt, Infiltration des Unterhautzellgewebes, seröses Exsudat in der Pleura u. s. w., kurz dieselben Ergebnisse, wie bei dem Breschet-Becquerel'schen Versuch.

Ich glaube damit hinlänglich viele Beweise gebracht zu haben, dass diese Experimente nicht auf „Hinderung der Hautperspiration" zu deuten sind, und dass auf diese Art die Unterdrückung der Hautausdünstung überhaupt gar nicht untersucht werden kann. Selbstverständlich fallen damit alle Hypothesen, welche sowohl von Seiten der Experimentatoren, als auch von Anderen an diese Versuche geknüpft wurden, zusammen.

Ich habe nun einen andern sehr einfachen Versuch vorgenommen, bei welchem die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung ebenfalls enorm vermehrt, die Hautausdünstung dagegen nicht gehindert ist. Scheert man den Pelz eines Kaninchens, macht ihn tüchtig nass und schlägt dann das Thier in ein nasses leinenes Tuch ein, so treten der Reihe nach ganz dieselben Erscheinungen auf, wie bei einem mit Leinölfirniss überstrichenen Thiere.

6. August vor dem Scheeren:		Zimmertemp.	19°
	Inspirat. 100	Mastdarmtemp.	39,8°
11h.	nach dem Einschlagen 100		39,8°
12h.	90		39°
12h. 15′	60		38°
12h. 30′	—		34,5°
12h. 45′	—		32,6°
1h.	—		31,4°
1h. 30′	54		29,6°
2h. 5′	—		29°
3h. 15′	50		27,1°
4h. 15′	—		24,5°

In einem heizbaren Käfige erholte sich das Thier bei einer Temperatur von circa 30° R. sehr rasch wieder, indem es von der Temperaturherabsetzung nur eine Lähmung der Muskulatur des einen Ohrs davon trug, welches von nun an schlaff herunterhing, und den Anblick des Thieres zu einem höchst komischen machte.

Man sieht sofort aus dieser Tabelle, dass die Symptome ganz dieselben sind, wie bei dem Ueberstreichen mit Leinölfirniss. Der ganze Symptomencomplex kommt also nicht der Unterdrückung der Hautperspiration zu, sondern ist dem enormen Wärmeverlust zuzuschreiben: mit Einem Worte, die Symptome des Breschet-Becquerel'schen Versuches sind diejenigen des Erfrierens [1]), die Sectionsresultate dieselben, wie bei dem Tode durch Erfrieren.

Die eben erwähnten Versuche wurden im Juli und August 1868 gemacht, unabhängig von denen von Laschkewitsch [2]), welcher die grössere Wärmeabgabe der gefirnissten Thiere durch directe Messung in einem calorimetrischen Apparate nachwies. Derselbe hat also natürlich die Priorität, und sollen obige Zeilen nur als Bestätigung und weiterer Beleg für die Unrichtigkeit der frühern Deutung des angegebenen Versuches dienen. Dagegen kann ich

1) Valentin, Physiologie, 1855, pag. 474.

2) Laschkewitsch, Archiv für Anatomie und Physiologie, 1868, S. 61.

mich mit dessen Auffassung über die Art der Abkühlung nicht ganz einverstanden erklären. Er sagt nämlich: „Welche Bedingungen begünstigen diese Abkühlung? Bedingungen dazu sind in der Erweiterung, Hyperämie der Blutgefässe der Haut und des Unterhautzellgewebes gegeben. Sie ist also ein Phänomen demjenigen durchaus analog, welches nach der Durchschneidung der beiden Sympathici zum Vorschein kommt, wobei die Temperatur des Kopfes, der Ohren und des Halses sich erhöht, während die gesammte Temperatur des Blutes beträchtlich sinkt. Die Firnissung der ganzen Hautoberfläche wirkt wie die Lähmung der gesammten Gefässnerven. Die Erscheinungen sind also dieselben, welche man bei Rückenmarksdurchschneidung beobachtet, wie sie noch neuerdings von Tschechechin im hiesigen Laboratorium studirt und beschrieben worden sind.“

Nach den oben gegebenen Resultaten meiner Versuche ist es wohl kaum nöthig, hinzuzufügen, dass sich die vermehrte Wärmeabgabe viel ungezwungener aus dem physikalischen Verhalten des mechanisch in seiner Function gehemmten Thierpelzes erklärt, und dass die Erweiterung und Hyperämie der Blutgefässe der Haut und des Unterhautzellgewebes Folgezustände dieses Wärmeverlustes und des dadurch hervorgebrachten thermischen Reizes auf die Hautnerven sind. Allerdings muss dann dieser vermehrte Congestionszustand des Unterhautzellgewebes, aber erst in zweiter Linie, den Wärmeverlust durch Steigerung der Spannungsdifferenz zwischen den oberflächlichen und innern Hautschichten zu einem noch grössern machen.

Aber selbst damit scheint mir das so überraschend schnelle Sinken der Temperatur nicht vollständig erklärt zu sein. Im Laufe des interessanten Versuches nimmt nämlich die Respirationsfrequenz (und damit auch, da die Athemzüge ganz flach sind, wahrscheinlich die Ausscheidung der Kohlensäure) immer mehr ab, es tritt fast vollständige Muskelstarre (bis zur beginnenden Todtenstarre) ein. Die Extremitätenmuskeln eines Kaninchens, welches bis auf 30° und mehr abgekühlt ist, fühlen sich an, wie die Muskeln eines Tetanischen; das Kaninchen ist unfähig, active Bewegungen aus-

zuführen, und erhält diese Fähigkeit erst wieder, nachdem es erwärmt ist.

Alles Dies weist auch noch auf eine allmälige Verminderung der Wärmeproduction hin, welche schon von Anfang an mit dem excessiven Wärmeverlust nicht gleichen Schritt halten kann. Das Thier stirbt schliesslich, wenn ich mich so ausdrücken darf, an einer Lähmung der Wärmeproduction, an einem vollständigen Aufhören derselben.

(Fortsetzung in einem der nächsten Hefte.)

Ueber die Aufsaugung im Dick- und Dünndarme[1]).

Von

Dr. Carl Voit und Dr. Joseph Bauer.

In dem ganzen Verdauungskanale sind die Bedingungen für den Uebertritt gelöster Stoffe in die Säfte gegeben. Im Dünndarme scheinen sie am günstigsten zu liegen, vor Allem wegen der grossen Oberfläche durch seine Länge und durch die vielen Erhebungen der Schleimhaut. Dem Dickdarme dagegen traut man in dieser Beziehung gewöhnlich wenig zu, da, wenigstens beim Fleischfresser, der in ihn eintretende Chymus sehr verändert ist und sich in seiner Beschaffenheit schon dem Kothe nähert; doch steht seine Struktur einer Aufnahme nicht entgegen, nur scheint die Schleimhaut der geringern Oberfläche halber weniger leisten zu können, als die des Dünndarmes.

Dass wirklich eine Aufsaugung von Lösungen auch in den untersten Theilen des Dickdarmes stattfindet, steht seit langer Zeit fest und kann jeden Augenblick durch die Wirkung bekannter Arzneikörper von dieser Stelle aus dargethan werden, — es wird ja der Mastdarm auf Grund dieser Erfahrung vielfach als Applicationsstelle von Arzneistoffen in allerlei Formen gewählt; Savory[2]) will sogar einen rascheren Erfolg von toxischen Substanzen vom Rectum aus beobachtet haben, als nach Einführung durch den Mund, ein Umstand, den er durch die verändernde Einwirkung des Magensaftes und durch die Verdünnung mit dem Speisebrei bei der Einfuhr in den Magen erklärte. Ausserdem kennt man die im Dickdarme vor sich gehende Eindickung des Chymus zu dem geballten Kothe, also die Aufnahme von Wasser in demselben.

1) Vorläufige Mittheilung: Sitz. Ber. d. b. Acad. d. Wiss. 1868. Bd. II. S. 501.

2) Gazette médicale de Paris 1864. I. p. 179.

Diese Beobachtungen lassen jedoch die Frage über eine weitere physiologische Bedeutung dieses Darmstückes, über das Verhalten der Secrete desselben den Nährstoffen gegenüber und die Resorption der so veränderten Substanzen unbeantwortet. Es ist daher unsere Aufgabe, zu prüfen, ob Eiweisslösungen in ihren verschiedenen Modificationen, ob Fette die Schleimhaut des Dickdarmes passiren, und so nutzbar gemacht werden können, oder ob eine Umwandlung (also eine eigentliche Verdauung) und nachherige Aufnahme von Eiweiss und Stärke in diesem Bezirke noch stattfindet. Wir müssen nämlich scharf trennen zwischen Verdauung durch ein Product des Dickdarmes und der Aufsaugung durch denselben; so ist eine Veränderung des Eiweisses durch den Saft des Dünndarmes noch nicht völlig sichergestellt, denn den positiven Ergebnissen einiger Forscher stehen die negativen Anderer entgegen, nach denen der reine Darmsaft Eiweisskörper (ausser dem in dieser Beziehung trügerischen Blutfaserstoff) nicht lösen soll, während an einer Resorption von Eiweiss daselbst wohl nicht zu zweifeln ist. Man hat zwar schon seit Celsus versucht in Fällen, wo wegen Unwegsamkeit etc. eine natürliche Ernährung unmöglich war, durch Klystiere mit gelösten Nahrungsstoffen das Leben zu fristen, aber die hiebei gemachten Erfahrungen differiren ziemlich weit. Die Einen behaupteten, keine Erfolge davon gesehen zu haben, die Anderen die günstigsten. Dies wird begreiflich, wenn man bedenkt, dass nur das Nichterlöschen des Lebens als Maassstab für den Erfolg diente, während doch dasselbe bei völligem Hunger Wochen lang fortbesteht; ein anderes Prüfungsmittel für eine theilweise Ernährung, denn von einer vollständigen Ernährung auf diese Weise kann nach unseren Versuchen keine Rede sein, hatte man nicht, und zudem fehlten vielen derartigen Fällen durch Complicirtheit die Bedingungen für ein reines Experiment. Auch die von Steinhäuser[1]) gesammelten Erfahrungen sind nicht vorwurfsfrei. Derselbe experimentirte bei einem Falle von widernatürlichem After, bei welchem die Fistelöffnung im Colon ascendens sich befand; er brachte Stückchen von

1) Steinhäuser, experimenta nonnulla de sensibilitate et functionibus intestini crassi. Lipsiae 1841.

coagulirtem Eiereiweiss in die abwärts führende Fistelöffnung und konnte sie im Kothe in den meisten Fällen nicht wieder finden. Dies scheint zwar für eine Verdauung des harten Eiweisses im Dickdarme zu sprechen; allein abgesehen von der Schwierigkeit eines derartigen Nachweises könnte auch Fäulniss dasselbe Ergebniss erwirken. C. Brückner[1]) glaubt ebenfalls, dass im Mastdarme eine Verdauung fester Eiweisstoffe wie von Fleisch stattfinde und stützt sich auf eine Angabe von Hood, welcher ein Stück geröstetes Hammelfleisch mit Kochsalz bestreut in den Mastdarm eines Hundes eingebracht hatte, und nach 11 Stunden dasselbe in eine braune, seifenartige Masse umgewandelt gesehen haben will; auch diese Beobachtung lässt jedoch Zweifel über die richtige Deutung.

Wir haben, um die Sache zu entscheiden, eine etwaige Aufnahme durch Untersuchung der Ausscheidungsproducte zu controliren gesucht. Man weiss z. B., dass von dem in die Säfte gelangten Eiweiss der grösste Theil gleich wieder zersetzt wird und desshalb die kleinste Eiweisszufuhr eine Verstärkung des Eiweissumsatzes hervorruft, dessen stickstoffhaltige Endproducte im Harn zu finden sind; man hat demnach in einer Vermehrung des Stickstoffgehaltes des Harns einen ganz sichern Maassstab für die Aufnahme von Albuminaten in den Säftestrom, wenn man vorher den Organismus unter Bedingungen gebracht hat, unter welchen die Zersetzung nur geringen Schwankungen unterliegt, also in den Hungerzustand nach dem Verbrauch des Vorrathes des Circulationseiweisses.

Kochsalz, in die Säfte aufgenommen, wird ebenfalls zum grössten Theile im Harn wieder entfernt. Die Aufnahme von Fett oder Stärke wurde durch Untersuchung des Kothes entschieden. Die Versuche wurden an einem Hunde von etwa 30 Kilo Gewicht angestellt; die Einspritzungen in den Darm geschahen mit Hilfe eines 30 c.m. langen elastischen Katheters, der in seiner vollen Länge in das Rectum eingebracht wurde, um die Flüssigkeit möglichst hoch hinauf zu dirigiren. Um Raum für die Flüssigkeiten zu gewinnen, wurde jedesmal durch ein Klystier von kaltem Wasser vorerst der Mastdarm von seinem Inhalt gesäubert.

1) C. Brückner, die Function des menschlichen Dickdarmes. Rostock 1849. S. 83 u. Burdach's Physiol. VI. 344.

Um zuerst eine Vorstellung über die Resorptionsgrösse von solchen Körpern zu erhalten, die leicht durch Membranen hindurchgehen, wählten wir aus der Gruppe der krystallinischen Körper das Chlornatrium, wobei der Concentrationsgrad der Lösungen successive zunehmen sollte; allein eine oberste Grenze war hier sehr bald erreicht durch einen Umstand, den wir wohl vorausgesehen hatten. Die Injectionen der concentrirteren Kochsalzlösungen brachten nämlich eine Flüssigkeitsausscheidung aus dem Blute hervor, und obwohl wir dem durch möglichst kleine Injectionsdosen entgegenzutreten suchten, gelangten wir nicht zum Ziele, denn nach wenigen Einspritzungen entstanden profuse Diarrhöen, die bei weiteren forcirten Versuchen sich bis zu Hämorrhagieen steigerten, wobei natürlich das ofte Einlegen des Katheters noch als mechanischer Insult mitwirkte, so dass an eine längere Retention des Eingespritzten schliesslich nicht mehr zu denken war. Wir begnügten uns desshalb mit halbem Resultate, nachdem wir aus den im Harne wiedergefundenen Chlornatriummengen uns von der Aufnahme beträchtlicher Mengen durch die Schleimhaut des Rectum überzeugt hatten. Folgendes sind die Daten einer viertägigen Reihe, wobei zwischen Nr. 4 und 5 ein Tag Pause fällt.

Tag	Harnmenge	Chlornatrium im Harne	Chlornatrium eingespritzt	Zeit der Injectionen	Anzahl der Ausleerungen	Zeit der Ausleerung
1.	620	2.48	0	—	0	—
2.	560	4.52	5.0	11 Uhr 2 „ 4 „ 6 „	1	8 Uhr Ab.
3.	750	8.70	10.0	11 Uhr 2 „ 4 „ 6 „	1	11½ Uhr Mrg.
4.	630	7.52	15.0	11 Uhr 2 „ 4 „ 6 „	6	1 Uhr 2¼ „ 5 „ 7 „ (mehrere)
5.	650	2.73	20.0	—	nicht bestimmt	nach jeder Injection gleich mehrere Ausleerungen

Diese Versuche überzeugten uns von der relativ leichten Aufnahme von Kochsalz im Mastdarme, und zugleich von dem ziemlich raschen Uebertritt in die Säfte, indem z. B. am vierten Tage die Ausleerungen in kleinen Intervallen nach den Injectionen erfolgten und dennoch fast die Hälfte der verwendeten Menge des Salzes im Harne wiedergefunden wurde; zudem wird eine kleine Quantität desselben im Körper zurückgehalten, die dann nach dem Aufhören der Injectionen wieder entfernt wird. In jenen Fällen, wo die Einspritzungen nur einigermassen nennenswerthe Zeit im Darme behalten wurden, also am 2. und 3. Tage, wurde eine beträchtliche Menge des verwendeten Kochsalzes im Harne wieder gefunden, so dass wir hoffen konnten, auf diesem Wege zu bestimmten Resultaten zu gelangen.

Nach diesem Versuche wandten wir uns zu der für den Thierhaushalt wichtigsten Stoffgruppe, zu den Albuminaten in einigen ihrer Modificationen; der Anfang wurde mit dem gewöhnlichen alkalisch reagirenden Hühnereiweiss gemacht. Nachdem bei dem Hund durch eine längere Hungerreihe eine constante Harnstoffausscheidung eingetreten war, wurde am ersten Versuchstage das Gemenge von Eiereiweiss und Dotter von 10 Eiern für sich und am zweiten Tage die gleiche Quantität unter Zusatz von 10 Grm. Kochsalz injicirt. Es ergab sich dabei Folgendes:

Tag	Eier injicirt	Harnmenge	Harnstoff	Chlornatrium im Harne
1. Hungertag	—	856	33.1	—
2. Hungertag	—	500	15.1	—
3. Hungertag	—	445	15.9	—
4. Hungertag	—	395	13.4	—
1. Versuchstag	381.5	608	12.7	0.97
2. Versuchstag	396.0 mit 10 Cl Na.	650	18.9	7.20
7. Hungertag	—	450	12.9	1.80

Die vorliegende Versuchsreihe hat auf die gestellte Frage eine stricte Antwort gegeben in dem Sinne, dass im Mastdarme von gewöhnlichem Hühnereiweiss keine nachweisbare Menge zur Resorption gelangt, während das Verhältniss sich gewaltig ändert, wenn man in der verwendeten Flüssigkeit Kochsalz löst. Das Resultat des ersten Versuchstages hat anscheinend wenig überraschendes an sich. Man nimmt nämlich heut zu Tage ziemlich allgemein an, dass das gewöhnliche in der Siedhitze coagulirbare gelöste Eiweiss im Darme nicht oder höchstens in sehr geringer Menge resorbirt werde, da es nur schwer durch Membranen hindurchgeht, dass dasselbe vielmehr vorher durch den Magensaft oder den pankreatischen Saft oder vielleicht auch durch den Dünndarmsaft in eine andere Modification in die des Peptones übergeführt werden müsse, welches bekanntlich bei 100° nicht in den im Wasser unlöslichen Zustand übergeführt wird und leicht durch Membranen hindurchdringt. Desshalb haben auch Manche die Wirkung der Klystiere gewöhnlicher eiweissartiger Substanzen bezweifelt, da im untersten Theil des Darmes wohl keine Ueberführung in Pepton mehr stattfinde, und Klystiere von Pepton empfohlen. Diese Anschauungen scheinen also durch unseren ersten Versuch vollkommen bestätigt zu werden.

Anders gestaltete sich der Erfolg des zweiten Versuchstages. Um den Einwand einer noch nachträglich erfolgten Aufnahme des Tags vorher eingespritzten Eiweisses von der Hand weisen zu können und zugleich wieder Raum zu gewinnen für die neuen Injectionen, wurde am Beginne des zweiten Tages das Thier durch mehrere Wasser-Klystiere gezwungen, den nicht unbeträchtlichen Inhalt des Mastdarmes zu entleeren. Die abscheulich riechende Masse wurde aufgefangen und getrocknet; das Getrocknete wog 104 Grm., die eingespritzten 381.5 Grm. Eier hätten einen trockenen Rückstand von 100.9 Grm. gegeben, was wenigstens soviel zeigt, dass unmöglich viel von dem Eiweiss resorbirt worden sein kann. Nachdem wir uns auf diese Weise reingewaschenes Feld hergestellt hatten, konnte ein neuer Versuch beginnen; die dazu benützte Eiweissmenge war fast die gleiche, wie bei dem ersten Versuche, auch die Termine der einzelnen Injectionen wurden beibehalten, um einen Vergleich zuzu-

lassen und so die Wirkung des Zusatzes von Chlornatrium, das mit dem Eiweiss sorgfältig zur gleichmässigen Mischung verrührt worden war, zu erfahren. Der Erfolg war eine Zunahme von 5.9 Grm. Harnstoff an diesem Tage und eine beträchtlich gesteigerte Kochsalzausscheidung; es waren demnach wenigstens 19 trockenes Eiweiss, 81 frischem Muskel entsprechend, vom Mastdarm aus in den Säftestrom gelangt und der Zersetzung anheimgefallen.

Um das Ergebniss obiger Reihe nochmals zu controliren, sollte ein zweiter Versuch in der gleichen Weise durchgeführt werden. Es ist bei derartigen Versuchen stets wünschenswerth, dass das hungernde Thier ziemlich viel Wasser zu sich nimmt, da bei grösseren Harnmengen die nicht völlige Entleerung der Harnblase geringere Ungleichartigkeiten in der Harnstoffquantität der einzelnen Tage nach sich zieht. Da nun in dem vorliegenden Falle das Thier am dritten Tage in der Verweigerung von reinem Wasser halsstarrig blieb, so versuchten wir dem Uebel auszuweichen durch Darreichung einer Suppe aus 5 Grm. Fleischextract in 500 c. c. Wasser gelöst, welche denn auch das Thier jeden Tag willig zu sich nahm. Daraus erklärt sich das Plus von Stickstoff in der Ausscheidung vom 3. Hungertage an. Da täglich die gleiche Menge Extract gegeben wurde, so ist zu einer Vergleichung der Stickstoffausscheidung im Harn an den einzelnen Tagen eine Correction nicht nöthig. Wir erhielten folgende Zahlen:

Tag	Eier injicirt	Harnmenge	Harnstoff	Chlornatrium im Harne
1. Hungertag	—	635	24.24	2.28
2. Hungertag	—	200	12.90	0.80
3. Hungertag	—	240	16.14	0.67
4. Hungertag	—	230	16.09	0.82
1. Versuchstag	375.0	310	13.10	0.74
2. Versuchstag	400.0 mit 20 Cl Na	445	15.37	4.44

Auch hier gieng kein reines Eiereiweiss in den Säftestrom über. Was den zweiten Theil unseres früheren Resultates, nämlich den Einfluss des Chlornatriumzusatzes auf die Albuminaufnahme betrifft, so haben wir allerdings auch in diesem Falle eine nachweisbare Aufnahme erzielt, aber unsere gute Absicht, das vorerst gefundene Resultat durch grosse Zahlen recht eclatant hinzustellen, scheiterte an dem oft erfahrenen Allzuviel ist ungesund. Wir erzielten durch eine Verdoppelung der Kochsalzmenge (20 Grm. auf 400 Grm. Eiweiss) nur profuse, rasch folgende Diarrhöen, so dass das längste Intervall zwischen Einspritzung und Ausleerung kaum 1 Stunde betrug, wesshalb auch die Kochsalzaufnahme viel kleiner wie früher war. Nichtsdestoweniger konnten wir noch 2.3 Grm. Harnstoff mehr nachweisen als den vorausgehenden Tag, entsprechend 7 trockenem Albumin oder 31 frischem Muskel. Es ist demnach durch zwei Versuche erhärtet, dass gewöhnliches Hühnereiweiss im Mastdarme nicht in nachweisbarer Menge zur Resorption gelangen kann, dass hingegen nicht unerhebliche Mengen dieser Eiweissmodification unter dem Einflusse von Chlornatrium zugleich mit diesem in den Säftestrom kommen. Man könnte meinen, die grössere Harnstoffmenge im letzteren Falle rühre von dem durch das Kochsalz verstärkten Eiweissstrom im Körper her und beweise nicht eine Aufnahme von Eiweiss aus dem Dickdarme; dieser Auffassung ist aber entgegen zu halten, dass bei einer Vermehrung der Kochsalzmenge des Harnes um 5—10 Grm. eine Zunahme der Harnstoffausscheidung von nur 0.9—1.4 Grm. stattfindet,[1]) während in unserem ersten Beispiel eine solche von 5.9 Grm. vorkam.

Es sollten ferner Versuche über die Resorptionsfähigkeit von Eiweiss in saurer Lösung, wie es z. B. in dem Liebig'schen Fleischinfusum oder in dem ausgepressten Muskelsafte vorkömmt, gemacht werden. Wir nennen der Einfachheit halber diese sauer reagirenden Eiweisslösungen Acidalbuminate, obwohl sie die Eigenschaften des eigentlichen Acidalbuminates, z. B. des Syntonins, beim Neutralisiren zu gerinnen, nicht haben; denn weder im Infusum noch im Saft

1) Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen, 1860 S. 65.

findet sich Syntonin. Wir gedachten anfangs das Infusum, welches man durch Ausziehen von gehacktem Fleische mit durch Salzsäure angesäuertem Wasser in der Kälte erhält, zu unseren Einspritzungen zu verwenden, allein die so gewonnene Lösung erwies sich für unsere Zwecke als unbrauchbar, da sie wegen der starken Verdünnung mit dem salzsäurehaltigen Wasser zu arm an Eiweiss ist und wir zu grosse Mengen davon hätten einführen müssen, um eine Vermehrung des Eiweissumsatzes zu erkennen. Eine Analyse derselben ergab nämlich nur 2.24 % feste Bestandtheile, wovon 1.15 % auf Eiweiss treffen, während 0.79 % Aschebestandtheile sich fanden; bei einer zweiten Analyse erhielten wir 1.45 % Eiweiss. Die Flüssigkeiten, welche diesen Bestimmungen zu Grunde lagen, rührten aus der Apotheke des hiesigen allgemeinen Krankenhauses her, wo sie als Nahrungsmittel für Kranke genau nach der Vorschrift bereitet wurden. Eine dritte Bestimmung, für welche wir uns die Lösung selbst hergestellt hatten, ergab einen Albumingehalt von 0.91 %, also ebenfalls einen sehr niedrigen Werth. Wir sind weit entfernt zu sagen, dass man das Infusum carnis nicht anwenden soll, denn wenn man z. B. in eine Tasse Fleischbrühe (300 c. c.) ein Ei einschlägt, hat man auch eine Lösung von nur 2.2 % Eiweiss, und noch dazu nicht die günstige Modification wie im Muskelinfusum. Manche Aerzte meinen aber, sie könnten mit einigen Unzen dieser Flüssigkeit ihre Kranken genügend ernähren und vor dieser falschen Auffassung möchten wir warnen. Das Infusum ist keine Nahrung, sondern es enthält nur einzelne Nahrungsstoffe, etwas Eiweiss und Nährsalze. Berechnet man z. B. das für einen gesunden kräftigen Menschen in 24 Stunden nöthige Eiweissquantum von 120 Grm. in so verdünnter Lösung, so würde sich ein täglicher Bedarf von 10 Liter entziffern, und dazu müssten noch stickstofffreie Stoffe gegeben werden, wenn der Bedarf nicht noch viel grösser ausfallen soll. Ein Kranker braucht nun allerdings nicht so viel Eiweiss, ja man wird ihm kaum je so viel zuführen können, dass er sich erhält; aber in 180 c. c. (= 6 Unzen) Infusum, die ihm für gewöhnlich eingeflösst werden, befinden sich nur 2.2 Grm. Eiweiss. Ausserdem betonen wir die Nothwendigkeit der gleichzeitigen Zufuhr sticktofffreier Stoffe. Der Zusatz dieser Stoffe zu den eiweisshaltigen in der für den Ansatz neuer Körpersubstanz oder für die Erhaltung

der noch vorhandenen Theile nöthigen Nahrung von Kranken und Reconvalescenten ist von der äussersten Wichtigkeit und wir stehen nicht an zu sagen, dass eine einseitige Zufuhr einer nicht ausreichenden Eiweisslösung einem fettarmen Körper, der Verstärkung der Sauerstoffaufnahme und Zersetzung wegen, mehr schadet als nützt und die ausschliessliche Darreichung von reinen eiweissfreien Kohlehydraten in diesem Falle geringere Gefahren birgt.

Wir benützten zu unseren Versuchen das saure Fleischalbuminat in concentrirterer Form, mit einem Gehalt von 6% Eiweiss, wie es durch Auspressen des rohen Fleisches gewonnen werden kann. Durch die Güte von Prof. Pettenkofer wurde dieses Geschäft in der hiesigen Hofapotheke mittelst einer hydraulischen Presse besorgt, in der Weise, dass fein zerwiegtes Fleisch (gewöhnlich 2 Pfund auf ein Mal) in vier Lagen auf einander gelegt und durch grobe Leinwand getrennt, in einer Schale von 0.7 Fuss Durchmesser gepresst wird. Man erhält bei Anwendung mehrerer Lagen eine grössere Menge Saft, als wenn man jede Schichte für sich der Wirkung der Presse unterwirft. Es läuft dabei eine Flüssigkeit von rother Farbe, stark saurer Reaktion und von einem Geschmacke wie rohes Fleisch ab. Diese Lösung kann auf 45° erwärmt werden, bis Gerinnung eintritt und lässt auf Kochsalzzusatz kein Albumin niederfallen. In der Kälte aufbewahrt, hält sie sich Tage lang unverändert, nur der rothe Farbstoff färbt sich etwas dunkler, und schliesslich tritt Gährung ein. Auffallender Weise erhält man von den gleichen Fleischmengen nicht immer die gleiche Menge Flüssigkeit mit gleichem Eiweissgehalte. Die Differenzen sind so bedeutend, dass sie nicht von den Schwankungen im Wassergehalte des Fleisches abhängig sein können. Wir haben es hier wahrscheinlich mit verschiedenen Ernährungszuständen der geschlachteten Thiere zu thun, deren Muskeln nach vorausgehender reichlicher Fütterung mit Eiweiss mehr cirkulirendes Eiweiss enthalten und möglicher Weise mehr Saft auspressen lassen als die hungernder oder schlecht genährter Thiere. Es soll dies noch näher geprüft werden und auch, ob der Gehalt an solcher Eiweisslösung auf den Wohlgeschmack des Fleisches einen Einfluss ausübt, was für den Schlächter von Interesse wäre.

Die folgenden Zahlen liefern einen Ueberblick über die Saftmengen und deren Eiweissgehalt, wie wir sie aus je 1000 Grm. Fleisch erhielten.

Saftmenge in Gramm	spec. Gew.	Eiweissgehalt in %
241	—	—
188	—	—
261	—	—
241	—	—
241	—	—
227	—	—
227	—	—
241	—	—
241	—	—
268	—	—
158	—	5.9
210	1030	5.5
137	1046	6.4
226	1021	5.7
277	1033	6.4
200	1040	—
304	1036	5.9
253	1036	5.7
Im Mittel 230	1036	5.9.

Man erhält also durch starkes Pressen 23% des gesammten Fleisches; in 100 Fleisch befinden sich 75 Wasser und etwa 18 eiweissartige Substanz, in 100 Saft dagegen ist ansehnlich mehr Wasser und weniger Eiweiss enthalten, da nur das gelöste Eiweiss abgepresst wird. Da der Fleischsaft nach Zusatz von Kochsalz und Gewürzen und Erwärmung auf 40° sehr wohlschmeckend ist, so eignet er sich als flüssiges eiweisshaltiges Nahrungsmittel und er wurde auch schon öfter als Suppe längere Zeit, namentlich bei chronischem Magencatarrh und Typhus, genommen und gut ertragen. Die Mahlzeit ist aber etwas theuer; denn die Saftmenge aus 2 bayer. Pfund Fleisch (1120 Grm.) beträgt etwa 258 Grm. und kostet in der Hofapotheke 54 Kreuzer; wir verhehlen uns auch nicht, dass die in den 258 Grm. des Saftes enthaltenen 15.2 Grm. Eiweiss, entsprechend 84 Grm. frischem Fleisch, für die Erhaltung des Körpers unzulänglich sind, theils wegen der zu geringen Eiweissmenge, vor Allem aber wegen des Fehlens stickstofffreier Substanzen.

Diesen sauren Muskelsaft benützten wir nun, um ihn auf seine Resorptionsfähigkeit vom Mastdarme aus zu prüfen. In 3 Reihen wurden folgende Zahlen erhalten:

Tag	Wasser gesoffen	Fleischsaft injicirt in c. c.	Eiweiss im Fleischsaft	Harnmenge	Harnstoff	Phosphorsäure od. Kochsalz im Harn
I. 1. Hungertag	700	—	—	740	21.8	2.03 PO_5
2. Hungertag	500	—	—	500	12.7	1.42
3. Hungertag	700	—	—	650	15.7	2.13
4. Hungertag	500	—	—	460	11.5	1.49
1. Versuchstag	500	630	38.5	700	19.2	2.06
6. Hungertag	500	—	—	670	14.4	1.79
II. 1. Hungertag	190	—	—	185	10.4	—
2. Hungertag	210	—	—	200	9.4	—
3. Hungertag	300	—	—	275	13.5	—
4. Hungertag	335	—	—	405	16.9	—
5. Hungertag	1200 (5 Grm. Extr.)	—	—	1010	19.3	—
6. Hungertag	900	—	—	710	14.2	—
7. Hungertag	1160	—	—	1010	16.5	—
1. Versuchstag	900	178	9.9	875	18.5	—
2. Versuchstag	1100	181	11.2	1085	20.7	—
10. Hungertag	600	—	—	570	16.5	—

Tag	Wasser gesoffen	Fleischsaft injicirt in c. c.	Eiweiss im Fleischsaft	Harnmenge	Harnstoff	Phosphorsäure od. Kochsalz im Harn
III. 1. Hungertag	400	—	—	475	13.8	—
2. Hungertag	520	—	—	750	14.3	—
3. Hungertag	500	—	—	665	15.7	—
4. Hungertag	825	—	—	315	16.3	—
5. Hungertag	1060	—	—	690	15.0	—
1. Versuchstag	770	165 mit 5 Cl Na	9.5	555	16.1	3.20 Cl Na
2. Versuchstag	1100	280 mit 10 Cl Na	16.4	1200	17.4	8.71 "
8. Hungertag	700	—	—	800	15.2	2.04 "

Zur ersten Reihe benützten wir 630 c. c. Fleischsaft, welche in zweistündigen Pausen eingespritzt und auch ganz gut zurückbehalten wurden, nur die letzte Injection wurde während der Nacht entleert. Die aufgefangene Kothmasse wurde auf 1000 c. c. mit Wasser aufgeschlemmt, sorgfältig gemischt und filtrirt. Eine Albuminbestimmung im Filtrat ergab für den ganzen Koth 9.5 Grm. Eiweiss, welche man von der Gesammtmenge des eingespritzten Albumins im Betrage von 38.5 Grm. in Abzug bringen muss. Rechnet man die Menge Harnstoff, die diesen 29.0 Albumin entspricht, so erhält man 9.6 Harnstoff, eine Zahl, welche dem erhaltenen Plus in der Ausscheidung für den Versuchstag nahezu gleichkommt. Am kommenden Tage, wo diese Zuschussquelle zu fliessen aufgehört, zeigte sich auch wieder der Hungerzustand in der Harnstoff-Ausscheidung. Das Gleiche ergab sich bei den beiden folgenden Versuchen. Es wurden bei dem zweiten Versuche die Injectionen

des Saftes zwei Tage hindurch fortgesetzt und auf diese Weise kamen 21.1 Grm. Albumin in den Mastdarm; es erschienen 6.2 Grm. Harnstoff zum mindesten mehr im Harne mit 2.9 Stickstoff, während die verwendete Eiweissmenge 3.3 Stickstoff enthielt. Somit gelangte auch hier wieder nahezu die Gesammtmenge des in den Mastdarm eingespritzten Acidalbuminates in die Säftemasse. Der Unterschied dem Hungerzustande gegenüber fiel nur niedriger aus als im ersten Versuche, weil die zur Resorption gebotene Eiweissmenge eine geringere war. Ein Einfluss des Chlornatriums auf die Eiweissaufnahme in dem Sinne, wie dasselbe beim Eieralbumin gewirkt hat, ist bei dem Acidalbuminat unmöglich; denn wenn schon nahezu alles verfügbare Eiweiss zur Resorption gelangt, kann keine Steigerung durch Chlornatrium mehr stattfinden. Es ist daher der dritte Versuch, den wir zu diesem Behufe anstellten, überflüssig, und er ist auch insoferne nicht gelungen, als auf Zusatz von 10 Grm. Kochsalz die Retention der Einspritzung nicht zu bewerkstelligen war und Diarrhöen eintraten. Das Plus der Harnstoffausscheidung ist daher nur in geringem Maasse, aber nichtsdestoweniger vollkommen deutlich hervorgetreten.

Die letzte Eiweissmodification, über deren Resorbirbarkeit vom Mastdarme aus wir einen Versuch machten, war die des sogenannten Peptones. Wir bereiteten unser Material durch Einwirkung von käuflichem französischen Pepsin und verdünnter Salzsäure (4 pro Mille) bei 45^{0} auf das in der Wärme coagulirte Eiweiss von 30 Eiern, welches nach 60 Stunden völlig aufgelöst war. Die Lösung wurde neutralisirt, das in geringer Menge erhaltene Neutralisationspraecipitat abfiltrirt und aus dem Filtrate das Pepton durch überschüssigen Alkohol gefällt. Von dem erhaltenen Peptonniederschlag bereiteten wir uns eine ziemlich concentrirte Lösung von 175 c. c. mit einem spec. Gew. von 1200 und 22.7$^{0}/_{0}$ festen Bestandtheilen, welche dem hungernden Thiere am sechsten Tage in den After eingespritzt wurde. Die letzte Injection wurde etwa $^{3}/_{4}$ Stunden behalten und dann entleert. Das Entleerte wurde aufgefangen, auf 1000 c. c. aufgeschlemmt und filtrirt. Ein bestimmter Theil des Filtrates wurde auf etwa 60 c. c. eingedampft und dann mit Alkohol versetzt; dieser bewirkte einen Niederschlag, welcher

auf die Gesammtmasse des Kothes berechnet 3.3 Grm. im trockenen Zustande wog. Eine Probe davon in Wasser gelöst gab mit Kali und Kupferoxydlösung versetzt wie das Pepton eine violette Färbung. Es war also der grösste Theil des Peptones im Mastdarme aufgesaugt worden. Die Versuchsresultate gibt die nachfolgende Tabelle an.

Tag	Wasser gesoffen	Peptonlösung injicirt in c. c.	Festes Pepton in der Lösung	Harnmenge	Harnstoff	Phosphorsäure im Harn
1. Hungertag	300	—	—	385	9.2	—
2. Hungertag	386	—	—	565	12.2	—
3. Hungertag	400	—	—	590	11.2	—
4. Hungertag	600	—	—	575	10.8	1.20
5. Hungertag	690	—	—	660	10.4	1.42
1. Versuchstag	990	175	39.7	800	18.4	2.06
7. Hungertag	650	—	—	571	14.4	1.60
8. Hungertag	1100	—	—	620	14.1	1.78

Es ist darnach durch die Einführung von 39.7 Grm. trockenen Peptons ein Plus von etwa 8 Grm. Harnstoff, entsprechend 24 Grm. trockenem Eiweiss oder 110 Grm. frischem Muskelfleisch, hervorgerufen worden. Es scheint etwas Pepton im Darme zurückgeblieben und später resorbirt worden zu sein.

Es ist nach diesen Versuchen keinem Zweifel unterworfen, dass im Dickdarme oder Mastdarme eine Aufsaugung eiweissartiger Substanzen stattfindet, und es könnte wohl noch ansehnlich mehr davon aufgenommen werden, wenn nicht das Eingespritzte zu bald entleert würde. Das Acidalbuminat mit den Salzen des Fleisches scheint nicht schwerer in das Blut aufgenommen zu werden als das Pepton, jedenfalls leichter als das mit Kochsalz versetzte Eiereiweiss.

Wir haben auch noch die Aufnahme von Fett im Dickdarm zu prüfen versucht, und zwar auf dem Wege, dass in den nach der Einspritzung abgegangenen Faeces mittelst Aetherextraction die Fettmenge bestimmt wurde; das Deficit von der eingespritzten Fettmenge sollte als Resorbirtes gelten. Wir hatten aber viele Anstände, den Versuch rein durchzuführen. Das Thier hungerte vorher zwei Tage und erhielt dann einige möglichst entfettete Knochen vorgesetzt, welche bekanntlich einen bröcklichen, weissen und leicht abgrenzbaren Koth liefern. Vor der Fetteinspritzung wurde der Mastdarm durch ein Wasserklystier gereinigt und dann in einem ersten Falle eine gewogene Menge von Oel injicirt. Das eingespritzte Oel hatte ein Gewicht von 48.2 Grm. und wurde von dem Thiere im Mastdarme zurückbehalten. Der Hund blieb darauf vier Tage lang zur Beobachtung im Käfige und entleerte während dieser Zeit 141.5 Grm. trockenen Kothes. Während derselbe getrocknet wurde, entzündete sich ohne nachweisbare Ursache das in demselben befindliche Fett und brannte einige Minuten mit heller Flamme. Dadurch war natürlich der Versuch unbrauchbar geworden, und die noch aufgefundene Fettmenge von 22.3 Grm. kann nichts beweisen. Es wurde desshalb in derselben Weise eine zweite Injection mit Gänsefett vorgenommen, das vorerst auf den Schmelzpunkt erwärmt worden war. Aber die Sache ging wiederum nicht glatt ab. Das Thier wurde einige Zeit im Zimmer zurückbehalten, und alsbald bemerkte man auf dessen Sitze fette Flecken und der Hintertheil des Thiers war mit Fett besudelt, es konnte also das eingespritzte Fett nicht vollständig zurückgehalten werden, es floss etwas durch den After ab. Der Versuch wurde nichts desto weniger zu Ende geführt und bei der Bestimmung wurden von 30 Grm. Fett 17 Grm. wieder erhalten. Um Allem dem auszuweichen, wurde nun für eine dritte Injection eine kleinere Fettmenge, nämlich 12 Grm. Gänsefett verwendet und das Thier unmittelbar nach der Einspritzung auf Lagen von Filtrirpapier gesetzt, um das etwa abfliessende Fett wieder zu gewinnen. Eine kaum nennenswerthe Spur fand sich auch auf dem Papiere, welches dem nach drei Tagen abgegangenen Kothe beigefügt wurde. Es wurden auf diesem Wege von 12 Grm. des eingespritzten Fettes im Kothe 9.8 Grm. wiedergefunden. Dieses

Resultat stellt soviel fest, dass auch nach längerm Aufenthalt im Dickdarme von Fetten höchstens eine geringe Menge verschwindet; vielleicht ist selbst der Verlust von 2.2 Grm. als Fehler anzunehmen und demnach zu sagen, dass Fette vom Rectum aus gar nicht zur Aufnahme gelangen. Dies hätte nichts Auffallendes an sich, da wir wissen, dass die Fette, obwohl sie zum grössten Theile als solche resorbirt und also nicht verdaut werden, zur Aufnahme aus dem Darmrohre einiger Unterstützungsmittel bedürfen, die ihnen hauptsächlich von der Galle zukommen, welche im Dickdarm schon ganz verändert ist und desshalb ihre physiologischen Eigenschaften nicht mehr besitzt.

Wir haben bis jetzt nur von der einfachen Resorption im Dick- oder Mastdarme gesprochen; es frägt sich aber auch, ob nicht Veränderungen der Nahrungsstoffe, eigentliche Verdauungsvorgänge darin vorkommen; so wird der Zucker gewiss wie das Kochsalz zum Theil verschwinden, die Stärke aber muss zuerst eine Veränderung eingehen und in den in Wasser löslichen Zucker sich verwandeln, ehe sie ins Blut übertreten kann.

Um zuzusehen, ob Stärke im Mastdarme noch in Zucker umgewandelt und für den Körper verwendbar gemacht werden kann, wurde aus reiner Stärke ein Kleister bereitet, der vor seiner Verwendung auf Abwesenheit von Zucker geprüft wurde. Von diesem Kleister, der ziemlich zähflüssig gehalten wurde, spritzten wir in mehreren Pausen eine ansehnliche Menge in den Mastdarm des Thieres, welches vorher drei Tage lang gehungert hatte. Das Thier behielt die Injectionsmasse mit etwa 50 Grm. trockener Stärke bis zur Nacht, während welcher eine Entleerung eintrat. Wir sammelten die in den Käfig entleerte Kothmasse sorgfältig und kochten dieselbe mit verdünnter Schwefelsäure, um die noch vorhandene Stärke in Zucker überzuführen. Darauf filtrirten wir von der gemessenen Flüssigkeit eine gewisse Menge ab, und titrirten darin mit Fehling'scher Lösung den Zucker. Da wir aus mehreren Bestimmungen die Zuckermenge kannten, die der eingespritzten Stärkemenge entsprach, so konnten wir wohl entscheiden, ob etwas von der Stärke verschwunden war. Die Bestimmung gab ein grosses Deficit an Stärke, obschon das Titrirverfahren recht gut ausführbar

war. Wir wiederholten zur Prüfung dieses uns auffallenden Resultates den Versuch in derselben Weise, nur wurde bedeutend weniger Kleister verwendet, um der Retention sicherer zu sein. Das Klystier wurde einen Tag lang behalten, worauf das Thier Knochen zu fressen erhielt, um durch den Knochenkoth den ganzen Mastdarminhalt herauszudrücken. Dies gelang vortrefflich; etwa 12 Stunden nach der Knochenmahlzeit entleerte der Hund Koth, welcher ebenfalls nach obiger Weise behandelt wurde. Beim Titriren schied sich jedoch gar kein Kupferoxydul ab, die Flüssigkeit wurde nur schmutzig grün gefärbt. Es war also keine Stärke oder Zucker mehr vorhanden und aller Wahrscheinlichkeit nach alle Stärke in Zucker übergegangen und der Zucker resorbirt worden. Wir wiederholten den Versuch noch einmal mit demselben Erfolge. Um endlich zu sehen, ob im Rectum der Stärkekleister wirklich in Zucker übergeführt wird, und nicht eine andere Zersetzung eintritt, liessen wir das Thier einen Tag lang hungern, reinigten das Rectum durch ein Wasser-Klystier und spritzten nach einer halben Stunde eine beliebige Menge Kleister aus reiner Stärke ein. Nach einer Stunde wurde ein Theil des Inhaltes durch Ziehen mit der Spritze wieder herausbefördert und mit der Trommer'schen Probe auf Zucker geprüft; es konnten in der That grosse Mengen davon nachgewiesen werden. Wir haben es also hier mit einem wahren Verdauungsvorgange zu thun, die Stärke wird noch im untern Theil des Dickdarmes in nicht unbeträchtlicher Menge in Zucker übergeführt und dann resorbirt; es ist möglich, dass dies durch einen unveränderten Rest des pankreatischen Saftes geschieht oder durch Dünndarmsaft, es ist aber nicht wahrscheinlich, dass der erstere sich mit voller Wirkung bis in den Dickdarm hinein erhält und den letztern hat man nicht nöthig, da die Lieberkühn'schen Drüsen, welche das Sekret des Dünndarmes vorzüglich liefern, sich ebenso im Dickdarme finden.

Nach diesen Versuchen ist es nicht möglich einen Menschen oder ein Thier durch Klystiere zu erhalten, also völlig zu ernähren; wir könnten im höchsten Falle nur etwa den vierten Theil der bei Zusatz von Fett oder Kohlehydraten zum Leben nöthigen Eiweissmenge vom Mastdarme aus zur Resorption bringen; ohne die stickstofffreien Substanzen ist wenigstens 10mal so viel Eiweiss zur

Erhaltung erforderlich. Will man eine längere Fristung des Lebens durch Klystiere versuchen, so muss man Pepton wählen, oder vielleicht, da die Anwendung desselben wegen der etwas schwierigen und namentlich kostspieligen Darstellung auf die Dauer nicht wohl möglich sein wird, den sauern Muskelsaft oder Acidalbuminate. Gewöhnliches Eiweiss mit Kochsalz wird nicht ertragen, es treten des Kochsalzzusatzes halber profuse Diarrhöen auf; gewöhnliches Eiweiss allein ist der völligen Nutzlosigkeit wegen ganz zu verwerfen. Man könnte es auch probiren, stickstofffreie Substanzen durch Stärkekleisterklystiere zuzuführen.

Wie ist es nun aber mit der Aufnahme des Eiweisses; geschieht sie wirklich nur durch einfache Resorption der Lösungen, oder ist dazu eine Verdauung, eine Ueberführung in Pepton nöthig? Für gewöhnlich nimmt man das Letztere an, da die Lösungen der in der Hitze coagulirbaren Eiweissmodificationen bekanntlich nur sehr schwer durch Membranen hindurchgehen, das Pepton aber leicht diffundirbar ist. Wenn man also auch gewöhnliches Eiereiweiss mit Kochsalzlösung und Muskelsaft oder Acidalbuminat in die Gefässe des Rectums übertreten sieht, so müsste man nach dieser Anschauung annehmen, dass in den untersten Theilen des Darmes noch eine Umwandlung in Pepton stattgefunden hätte; man müsste eine solche Wirkung einem Ueberreste von pankreatischem Safte oder dem Sekrete der Crypten des Dünn- und Dickdarmes zuschreiben. Nun sieht es mit dem Nachweis einer solchen Wirkung noch schlimm aus; wenn auch der pankreatische Saft Eiweisskörper löst und verdaut, so ist dies für den Darmsaft noch nicht völlig sichergestellt. Frerichs konnte sich nicht überzeugen, dass im Dünndarm Albuminate gelöst werden; Busch dagegen will bei einem Falle einer Dünndarmfistel am Menschen und zwar bei Ausschluss von Magensaft und pankreatischem Saft eine Verdauung von Eiweisskörpern gesehen haben, während W. Braune und Funke in einem ähnlichen Falle ein negatives Resultat erhielten; Zander kam durch zahlreiche unter der Leitung von Bidder und Schmidt angestellte Versuche zu dem Resultate, dass der Darmsaft auch nach Ausschluss der Galle und des pankreatischen Saftes die Fähigkeit besitze, Albuminate zu verdauen, was Kölliker und H. Müller

für den Fleischfresser bestätigten; Thiry sah nur den Blutfaserstoff in Lösung übergehen, geronnenes Eiweiss blieb sowohl unter Einwirkung des Sekretes im Brutraume, als auch in den nach seiner ingeniösen Methode isolirten Darmschlingen unverändert; Schiff, der, nach Art von Magenfisteln, Darmfisteln anlegte, behauptet endlich, auch eine Lösung von gewöhnlichem Eiweiss constatirt zu haben. Wie dem auch sein mag, so ist es doch wenig wahrscheinlich, dass die Sekrete des Dünndarmes in den untern Partien des Dickdarmes, wo für gewöhnlich der Inhalt schon zum Kothe geballt ist, noch fortwirken und man wäre, um die von uns beobachteten Erscheinungen zu erklären, genöthigt, eine Verdauung der Eiweisskörper durch den Dickdarmsaft anzunehmen. Man könnte einer solchen Auffassung nicht widersprechen, wenn nicht das Factum vorläge, dass gewöhnliches Eiweiss ohne Zusatz von Kochsalz nicht resorbirt wird; wenn die Sekrete des Dickdarmes die Eigenschaft hätten, das gewöhnliche Eiweiss oder das Acidalbuminat in das leichter diffundirbare Pepton umzuwandeln, so müsste dies auch ohne gleichzeitige Kochsalzzufuhr geschehen. Da dies aber nicht der Fall ist, so sind wir vorläufig genöthigt zu schliessen, dass dies bei der Resorption der Eiweisslösung mit Kochsalz oder des Acidalbuminates im Dickdarm auch nicht eintritt, sondern diese Stoffe unverändert resorbirt werden.

Da die coagulirbaren eiweissartigen Stoffe unter gewöhnlichen Umständen so schwer diffundiren und so schwer durch Membranen hindurchgehen, die Peptone aber leicht, so liess man sich zu der Annahme verführen, es müsste alles Eiweiss vor der Resorption in die letztere Form übergeführt werden; einen Beweiss dafür, dass dies im Magen und Darm wirklich mit sämmtlichem aufgenommenem Eiweiss geschieht, hat Niemand beigebracht.

Es ist gewiss, dass bei freier Hydrodiffusion das coagulirbare Eiweiss sich nur langsam ausgleicht; in 8 Tagen diffundirte nach Graham von flüssigem Hühnereiweiss 20mal weniger als von Chlornatrium.

Da über die Diffusionsgeschwindigkeit der verschiedenen Eiweissmodificationen nur spärliche Angaben vorliegen und uns für weitere Betrachtungen die Kenntniss der Differenzen nothwendig

war, so haben wir eine Reihe von Versuchen hierüber angestellt. Kleine Gläschen von nahezu gleichem Rauminhalt von 59—61 m. m. Höhe und 24—25 m. m. Durchmesser mit plangeschliffenen Rändern, welche mit der Lösung des Albuminates von bekanntem Gewicht gefüllt waren, wurden in grössere Gläser gebracht und nun in diese soviel Wasser eingefüllt (500 c. c. etwa), dass die Wasserschichte einige Millimeter die Eiweissschichte überragte; nachdem dieselben bei möglichster Ruhe und Gleichmässigkeit der Temperatur eine bestimmte Zeit gestanden hatten, wurde der Versuch unterbrochen und in der äusseren Flüssigkeit der Eiweissgehalt bestimmt.

Zuerst sollten gewöhnliches Hühnereiweiss und Pepton mit einander verglichen werden.

Art des Diffusionskörpers	Spec. Gew. der Lösung	Absolutes Gewicht	Eiweiss darin	% Eiweiss	Eiweiss im Diffusat	% Eiweiss über-gegangen	°C.	Zeit
1) Hühnereiweiss	1042	28.093	2.776	9.8	0.179	6.4	5	48 St.
Pepton	1042	28.096	2.600	9.3	0.253	9.7	5	48 St.
2) Pepton	1036	29.934	2.203	7.7	0.267	12.1	4	72 St.
3) Hühnereiweiss	1020	29.086	1.536	5.0	0.269	17.5	9	15 Tage
Pepton	1020	26.675	1.277	4.8	0.327	25.5	9	15 Tage

Von dem Pepton geht, wenn man die Fälle mit gleicher Diffusionszeit vergleicht, mehr zum Wasser über, als von dem zu Schnee geschlagenen und wieder zusammengelaufenen Hühnereiweiss, welches viel flüssiger ist als das nicht geschlagene; die Mengen verhalten sich wie 100 : 146—151; Pepton hat also eine grössere Anziehung zu Wasser als gewöhnliches Eiweiss und ist leichter flüssig; der Unterschied ist aber nicht so gross, als er gewöhnlich angenommen wird.

Dass dagegen eine Lösung eines krystallinischen Körpers z. B. von Kochsalz ungleich rascher diffundirt, ist leicht zu zeigen, wenn auch in dem folgenden Versuche die Kochsalzlösung zu concentrirt war, um einen Vergleich zuzulassen. Auch die beiden Versuche mit dem Muskelsaft sind mit den übrigen nicht direkt zu vergleichen, da bei ihnen die Concentration oder die Diffusionszeit geringer

war; jedoch lässt sich wohl ersehen, dass derselbe nicht rascher als Hühnereiweiss, sondern eher langsamer übergeht.

Art des Diffusionskörpers	Absolutes Gewicht	Feste Theile darin	% feste Theile	Feste Theile diffundirt	% feste Theile übergegangen	°C.	Zeit
Gesättigte Kochsalzlösung	32.797	7.020	26.5	2.352	33.4	11.8	48 St.
Hühnereiweiss	30.506	3.744	12.2	0.247	6.5	11.8	48 St.
Mit Wasser verdünntes Eiweiss	29.522	2.480	8.4	0.132	5.3	10.1	72 St.
Mit Wasser verdünntes Eiweiss	23.772	1.538	6.5	0.257	16.6	6	142 St.
Muskelsaft	27.055	1.513	5.6	0.042	2.7	10	48 St.
Muskelsaft	29.978	1.676	5.6	0.062	3.7	10	48 St.

Eine andere Reihe von Versuchen wurde in der Absicht angestellt, um zu erfahren, wie durch Aenderung in der Zusammensetzung der äussern oder innern Flüssigkeit der Uebertritt des Eiweisses geändert wird.

Art des Diffusionskörpers	Absolutes Gewicht	Feste Theile darin	% feste Theile	Eiweiss diffundirt	% Eiweiss übergegangen	°C.	Zeit	Aeussere Flüssigkeit
Hühnereiweiss	28.202	2.655	9.4	0.5237	20	6	14 Tage	Wasser
Hühnereiweiss	29.777	2.826	9.5	0.5129	18	6	14 Tage	Verdünnte ClNalösung
Hühnereiweiss	27.856	2.681	9.3	0.2881	10.7	6	14 Tage	Verdünnte SO_3
Hühnereiweiss	28.291	2.623	9.2	0.0510	1.9	6	14 Tage	Verdünnte Natronlauge
Hühnereiweiss mit $\bar{A}$ sauer	28.699	1.844	6.5	0.2460	13.3	6	14 Tage	Wasser

Art des Diffusions-körpers	Absolutes Gewicht	Feste Theile darin	% feste Theile	Eiweiss diffundirt	% Eiweiss übergegangen	°C.	Zeit	Aeussere Flüssigkeit
Hühnereiweiss	27.882	2.723	9.8	0.230	8.4	9.9	5 Tage	Wasser; Eiweiss trüb
Hühnereiweiss	28.276	2.761	9.7	Spur	—	9.9	5 Tage	Verdünnte Natronlauge; Eiweiss klar, gallertartig
Hühnereiweiss	29.074	2.840	9.8	0.161	5.6	9.9	5 Tage	Verdünnte SO_3; Eiweiss trüb
Hühnereiweiss mit etwas Cl Na	29.347	2.339	7.3	0.135	5.7	10.1	72 St.	Wasser
Hühnereiweiss mit $\overline{A}$ sauer	28.128	2.356	8.3	0.140	6.0	10.1	72 St.	Wasser

Es ist darnach für die Diffusionsgeschwindigkeit der Eiweisslösung ziemlich gleichgültig, ob die äussere Flüssigkeit Wasser oder eine mässig verdünnte Kochsalzlösung ist; dagegen tritt in verdünnte Säure viel weniger Eiweiss über; bringt man aussen hin verdünnte Natronlauge, so wird das Eiweiss im Gläschen bald zu gallertartigem Natronalbuminat, von dem dann der Zähigkeit halber nur sehr wenig übergeht; das mit verdünnter Essigsäure schwach angesäuerte Eiweiss diffundirt ebenfalls in kleinerer Menge, übereinstimmend mit dem Resultate bei Anwendung des sauren Muskelsaftes. Von verdünntem Alkalialbuminat diffundiren, wie uns ein eigener Versuch lehrte, nur geringe Quantitäten. Schichtet man auf eine Hühnereiweisslösung eine Kochsalzlösung, beide von specifischem Gewicht von 1036, so beginnt alsbald die stürmischste Diffusion und die Flüssigkeiten mischen sich.

Wenn wir auch als Hauptresultat erfahren haben, dass der Unterschied in der Diffusibilität von Pepton und coagulirbarem Eiweiss nicht so gross ist, als man gewöhnlich glaubt, so würde uns doch dies für die Resorptionsvorgänge im Körper keinen Schluss erlauben, da dort die Stoffe durch Membranen hindurchgehen müssen

und die leichtere Diffusibilität nur ein Unterstützungsmittel dafür ist. Man vergleicht die Aufsaugung im Darme häufig mit einer Osmose, wo die treibenden Kräfte der Diffusion durch die Art der Scheidewand modificirt sind, durch die Enge und Gestalt der Poren und die Anziehung derselben zu dem diffundirenden Stoffe. Man weiss auch hier und zwar vorzüglich durch die Versuche von Funke, dass Peptone leichter durch Membranen dringen, als die gewöhnlichen Albuminate. Herr Stud. med. Ludwig Acker hat eine Reihe von osmotischen Versuchen angestellt, welche für uns von Interesse sind. Die Zahlen folgen hier tabellarisch zusammengestellt.

Art der Substanz	Menge der Eiweisslösung	% Eiweiss	Gewichtszunahme	Eiweiss osmirt	% osmirt	Endosmotisches Aequivalent	Dauer des Versuchs	Aeussere Flüssigkeit	Bemerkungen
1) Hühnereiweiss	10.3140	9.8	12.1320	0.0172	1.7	706	72 St.	Wasser	—
Peptonlösung	10.3417	8.8	4.2630	0.4988	5.3	9.5	72 St.	Wasser	—
2) Hühnereiweiss	5.1619	13.2	6.7200	0.0081	1.2	830	7 Tage	Wasser	Diffusat alkalisch
Hühnereiweiss	5.1637	13.2	13.8371	0.0265	3.9	520	7 Tage	Natronlösung 3 pro mille	—
Hühnereiweiss	5.1478	13.2	7.3644	0.0222	3.3	330	7 Tage	H Cl 3 pro mille	Eiweisslösung stark sauer, ist Acidalbuminat
Hühnereiweiss	5.1617	13.2	4.5370	0.0550	8.0	82	7 Tage	Cl Na-Lösung 3 pro mille	0.0233 Cl Na über
3) Muskelsaft	10.3630	6.9	4.8660	0.0516	7.1	94	12 Tage	Wasser	Diffusat sauer
Blutserum	10.2370	7.7	6.0830	0.0206	2.6	295	12 Tage	Wasser	Diffusat alkalisch
Hühnereiweiss	10.3000	10.5	12.0240	—	—	—	12 Tage	Wasser	—

Art der Substanz	Menge der Eiweisslösung	% Eiweiss	Gewichts-zunahme	Eiweiss osmirt	% osmirt	Endosmotisches Aequivalent	Dauer des Versuchs	Aeussere Flüssigkeit	Bemerkungen
4) Muskel-saft	5.1320	—	5.7120	—	—	—	6 Tage	Wasser	—
Hühner-eiweiss	5.1100	—	24.1230	—	—	—	6 Tage	Wasser	—
5) Hühner-eiweiss	10.2736	10.1	10.6700	0.0405	3.9	263	6 Tage	Wasser	—
Hühner-eiweiss mit 0.229 Cl Na	10.2136	10.1	13.6170	0.0895 0.0550 Cl Na	8.7	152	6 Tage	Wasser	—
Hühner-eiweiss	10.2440	10.1	10.6711	0.0368	3.6	236	6 Tage	Wasser	—
Hühner-eiweiss mit 0.160 Cl Na	10.2400	10.1	11.0300	0.0635	6.1	173	6 Tage	Wasser	—

Bei annähernd gleicher Concentration der Lösung sind in 72 Stunden nur 1.7% des gewöhnlichen Eiweisses, dagegen 54.7% des Peptons durch die Membran getreten; das osmotische Aequivalent des ersteren betrug 706, des letzteren 9.5, während das des Chlornatriums bekanntlich zu etwa 4 bestimmt wird. Bei den 7tägigen Versuchen gieng von dem Hühnereiweiss durch die Membran zu reinem Wasser am wenigsten, etwas mehr zu saurem oder alkalischem Wasser unter Abnahme des osmotischen Aequivalentes, da für die gleiche Menge von übergetretenem Eiweiss von dem sauren oder alkalischen Wasser ansehnlich weniger zur Eiweisseite drang; am meisten Eiweiss gieng zu einer Kochsalzlösung über unter bedeutender Erniedrigung des osmotischen Aequivalentes. Zusatz von Kochsalzlösung zu der Eiweisslösung (in Nr. 5) bringt eine Zunahme des ausgetauschten Wassers und Eiweisses hervor und eine Abnahme des osmotischen Aequivalentes. Wurden Hühnereiweiss, Blutserum und Muskelsaft durch thierische Membranen vom Wasser getrennt,

so nahm das erstere am meisten Wasser auf, der saure Muskelsaft am wenigsten und zwar nur den dritten Theil wie das Hühnereiweiss.

Es geht also allerdings das Pepton 32 mal leichter durch Membranen als gewöhnliches Eiweiss, und es lässt sich nach Druckversuchen des Herrn Acker unter viel geringerem Druck durch thierische Membranen pressen; es ist dies aber doch kein Grund anzunehmen, dass im Darm alles Eiweiss vor der Resorption in Pepton übergeführt werden müsse. Vorzüglich E. Brücke und Diaconow[1]) haben sich bis jetzt gegen eine solche Auffassung gewehrt; Brücke wies nach, dass aus dem Dünndarme ein durch Ansäuren und in der Siedehitze fällbarer, vom Pepton verschiedener Eiweisskörper in die Chylusgefässe resorbirt wird, dass sich das lösliche, in der Hitze coagulirbare Eiweiss ziemlich lange im Magen und Dünndarm erhält, zu einer Zeit, in welcher an diesen Orten resorbirt wird, und dass es sehr lange Zeit dauert, bis ausserhalb des Körpers alles Eiweiss in Pepton umgewandelt ist, während die Substanzen nur kurze Zeit im Magen und Dünndarme verweilen. Er leugnet nicht den Uebergang eines Theiles des gewöhnlichen Eiweisses in Pepton, er glaubt aber, dass ein Theil und vielleicht ein ansehnlicher, als in der Hitze coagulirbares resorbirt werde. Wir schliessen uns dieser Anschauung nach unseren Versuchen an und fügen noch bei, dass der Durchgang gewöhnlichen Eiweisses durch Membranen im Körper in grosser Ausdehnung vorkömmt; so passirt täglich sicherlich mehr gewöhnliches Eiweiss die Wandungen der Capillaren, als vom Darm aus in die Säftemasse aufgenommen wird, ähnlich ist es bei Exsudaten; wenn also dazu die Peptonmodification nicht nothwendig ist, so ist sie auch für die Aufnahme im Darm nicht absolut nothwendig.

Man musste nach der jetzigen Anschauung annehmen, dass das Pepton, sobald es ins Blut oder den Chylus gelangt, sich wieder in das in der Siedehitze coagulirbare Eiweiss umwandelt, da man daselbst nur diese Eiweissmodification antrifft. Kein Mensch konnte

---

1) E. Brücke, Sitz.-Ber. d. k. k. Acad. d. Wiss. Bd. 37. 1859. S. 171 u. Bd. 59. 1869. S. 1. — Diaconow, med. chem. Unters. von Hoppe-Seyler 1867. Heft 3. S. 241.

angeben, wie und wo dieser Process geschieht. Brücke glaubt, dass das Pepton nicht mehr zu gewöhnlichem Eiweiss wird, sondern nur das unverändert aufgenommene Eiweiss zum Ersatz für das im Körper zu Verlust gegangene dient. Es ist uns ebenfalls im höchsten Grade wahrscheinlich, dass das Pepton alsbald zerstört wird; es wird ja überhaupt der grösste Theil des in der Nahrung verzehrten Eiweisses gleich wieder umgesetzt und nur ein geringer Theil dient dazu, das verbrauchte Organisirte und den Vorrath des circulirenden Eiweisses zu erhalten. Für die letzteren muss das Eiweiss unverändert bleiben; das Pepton spielt wahrscheinlich eine ähnliche Rolle, wie der vom Eiweiss noch etwas weiter entfernte Leim, worüber noch des Näheren berichtet werden soll. Vielleicht zerfällt das Pepton leichter als das gewöhnliche Serumeiweiss.[1])

Wir haben geprüft, ob wir nicht durch Einspritzung von Eiweisslösungen in abgebundene Dünndarmschlingen Anhaltspunkte für die Art und Weise der Aufnahme derselben in das Blut finden können; bei den früher von Anderen angestellten Versuchen handelte es sich meist um die Frage nach der Lösung fester Eiweisskörper, wie z. B. bei denen Zander's, oder um die Art der Aufnahme einer bestimmten Eiweissverbindung unter verschiedenen Umständen, wie bei denen Funke's und Krug's; wir dagegen verglichen die Aufnahme verschiedener gelöster Eiweissmodificationen und verwendeten dazu Fleischfresser, Katzen oder kleine Hunde, deren Darm derber ist als der der pflanzenfressenden Kaninchen. Die Darmschlinge, etwa aus der Mitte des Dünndarms genommen, wurde durch vorsichtiges Streichen von ihrem Inhalte gesäubert und dann ein abgemessenes Stück an beiden Enden durch doppelte Ligaturen abgebunden, nachdem vorher durch eine Spritze die Eiweisslösung injicirt worden war. Durch Wiegen der Spritze vor und nach dem Ausspritzen ermittelten wir die Menge der in die Darmschlinge eingebrachten Eiweisslösung von bekanntem Gehalt an Eiweiss. Die mässig ge-

1) Man hat gesagt, das bei der Neutralisation ausfallende Acidalbuminat könne nicht in das Blut aufgenommen werden, da sonst Gerinnungen im Blute eintreten würden. Wenn man in überschüssiges alkalisches Blutserum allmählich so viel Acidalbuminatlösung einträgt, dass die Mischung noch alkalisch bleibt, so entsteht kein Niederschlag.

füllte Darmschlinge wurde dann vorsichtig in die Bauchhöhle zurückgebracht, die Hautwunde durch Nähte vereinigt und das Thier nach Ablauf einer bestimmten Zeit durch den Nackenstich getödtet. Die ausgeschnittene Darmschlinge wurde nun äusserlich mit Wasser abgespült, mit Filtrirpapier abgetrocknet und dann eröffnet; nach dem Abmessen des Volums des Inhaltes wurde die innere Oberfläche der Schleimhaut mit Wasser abgespritzt, die erhaltenen Flüssigkeiten vereinigt gemessen und in einem bestimmten Theil des Filtrats die Eiweissmenge eruirt.

Man könnte gegen diese Methode einwenden, dass möglicher Weise in das abgebundene Darmstück eine Eiweisslösung vom Blute aus ergossen und so das Resultat getrübt wird. Wir haben öfter zur Controle noch eine zweite Darmschlinge abgebunden und leer gelassen, aber beim Fleischfresser nie eine Ansammlung von Flüssigkeit darin wahrgenommen, obwohl es von Mehreren angegeben wird. Man könnte meinen, bei dem Ausspritzen mit Wasser werde Eiweiss aus der Schleimhaut des Darms gelöst; darum haben wir einmal einer Katze ein 37 c.m. langes leeres Darmstück abgebunden und nach 3 Stunden mit Wasser gründlich durchgespült und in dem Wasser nur 0.0208 Grm. Eiweiss gefunden; bis auf 0.02 Grm. ist also die Bestimmung des rückständigen Eiweisses genau. Vielleicht imbibirt sich aber die Darmschleimhaut nur mit der Lösung, so dass noch kein völliger Uebertritt ins Blut oder den Chylus stattgefunden hat; um dies zu prüfen, haben wir in ein 36 c.m. langes Darmstück einer eben getödteten Katze 8.872 Gmm. Hühnereiweisslösung mit 1.0611 Gmm. Eiweiss eingespritzt und nach 2 Stunden daraus 1.0926 Grm. Eiweiss wieder gewonnen, so dass also der Fehler durch blosse Imbibition ohne Druck gleich Null ist.

Wir stellen zuerst die Resultate der Versuche in einer Tabelle zusammen, um sie dann nachher eingehend zu betrachten.

	Thier	Art der injicirten Substanz	Menge derselben in Grm.	Eiweiss darin	°/o Eiweiss	Länge der Darmschlinge in c. m.	Dauer des Versuchs in Stunden	Menge des rückständigen Eiweisses	Eiweiss verschwunden	°/o Eiweiss verschwunden	Menge der Flüssigkeit im Darme in c. c.	I'emerkungen
1.	Katze	Pepton	9.3640	0.8755	9.36	40	4	0.0194	0.8561	97	0	—
2.	Hund	Muskelsaft	8.4347	0.4913	5.82	40	4	0.0233	0.4680	95	0	—
3.	Hund	Muskelsaft	9.4944	0.5530	5.84	30	2	0.2712	0.2818	51	0	—
4.	Katze	Muskelsaft	13.2218	0.7682	5.81	30	1	0.5172	0.2150	28	13.5	Inhalt neutral
5.	Hund	Hühnereiweiss	9.2671	0.9974	10.70	40	4	0.6645	0.3329	33	0	schwach alkalisch
6.	Hund	Hühnereiweiss	11.3554	1.0935	9.62	30	4	0.7496	0.3439	31	0	schwach alkalisch
7.	Katze	Hühnereiweiss	11.550	1.6609	14.38	45	4	1.2855	0.3756	23	—	—
8.	Katze	Hühnereiweiss	7.350	1.0569	14.38	41	4	0.8232	0.2337	22	—	—
9.	Katze	Hühnereiweiss	10.1622	1.2647	12.40	30	1	1.0533	0.2114	17	14	alkalisch
10.	Hund	Hühnereiweiss	10.1078	0.9733	9.62	30	2	0.8268	0.1565	16	0	schwach alkalisch
11.	Hund	Hühnereiweiss	9.0565	0.9739	10.7	30	1	0.8191	0.1548	16	5	alkalisch
12.	Hund	Eiweiss mit Cl Na	11.3490	0.7932	7.6	30	2	0.5187	0.2115	27	48	0.9116 Grm. Cl Na injicirt
13.	Katze	Eiweiss mit Cl Na	9.8559	0.8887	9.83	30	1	1.0788	—	—	32	0.8225 Grm. Cl Na injicirt
14.	Hund	Blutserum	9.6858	0.5251	5.53	30	1	0.3791	0.1460	28	4	—
15.	Katze	Blutserum mit Cl Na	10.9682	0.4532	4.13	30	1	0.3260	0.1272	28	27	0.9120 Grm. Cl Na injicirt
16.	Hund	Hühnereiweiss	11.729	1.1692	9.90	40	1	0.9702	0.1990	17	7	Rückstand zäh
	Hund	Hühnereiweiss mit 0.549 Cl Na	11.307	1.0592	9.37	40	1	0.9028 0.3226 Cl Na	0.1564 0.2264 Cl Na	15 41 Cl Na	40	starke peristaltische Bewegung
17.	Hund	Hühnereiweiss mit 1.0286 Cl Na	16.1660	1.6010	9.90	40	3	0.9579 0.4096 Cl Na	0.6431 0.6190 Cl Na	40 60 Cl Na	45	—
18.	Hund	Hühnereiweiss	13.300	1.3334	10.03	30	5½	0.7334	0.6000	45	3	—
	Hund	Hühnereiweiss mit Salpeter	14.9142	1.2449	8.35	30	5½	0.5206	0.7243	58	50.5	—

In dem Versuche Nr. 1 wurde eine 9 procentige Peptonlösung in die Dünndarmschlinge einer Katze eingespritzt; nach 4 Stunden war keine Spur von Flüssigkeit mehr vorhanden und von dem Pepton 97% aufgenommen; es steht dies in Uebereinstimmung mit den betreffenden Angaben von Funke, welcher Lösungen von Peptonkalk in kurzer Zeit bis zu 60% in einer Darmschlinge des Kaninchens verschwinden sah.

Bei den Versuchen 2, 3 und 4 wurde saurer Muskelsaft verwendet; nach 4 Stunden war die ganze Flüssigkeit aufgenommen, so dass das Acidalbuminat in der Geschwindigkeit der Aufnahme dem Pepton, wie auch unsere Versuche mit den Klystieren darthun, in nichts oder nur wenig nachsteht. Bei kürzerer Zeitdauer sinkt, wie schon Funke für die Peptone gezeigt, die Menge des aufgenommenen Eiweisses ziemlich proportional ab, so wurden in 2 Stunden nur 51% resorbirt, in einer Stunde nur 28%. In letzterem Falle betrug das Volum der eingespritzten Flüssigkeit 13.2 c. c., der schliessliche Inhalt nach 1 Stunde 13.5 c. c., obwohl 28% des Eiweisses verschwunden waren und die Masse nicht mehr sauer reagirte. Dies zeigt also, dass, wie wir es bei den osmotischen Versuchen gesehen haben, Wasser zur Eiweissseite übertritt, das hier vom Blute kommt und zuletzt wieder aufgenommen wird.

Mit reinem Hühnereiweiss sind 7 Versuche angestellt worden; in allen Fällen wurde eine beträchtliche Abnahme des Eiweissquantums constatirt, dessen Menge wiederum wesentlich von der Zeit abhängig war. In 4 Stunden wurden beim Hunde 32%, bei Katzen 22% Eiweiss resorbirt; in 1—2 Stunden bei beiden Thieren 16%, also ganz ansehnlich weniger als vom Acidalbuminat in dem gleichen Zeitraume. Bei längerer Versuchsdauer war das Darmstück schliesslich leer; nach Verlauf von 1 Stunde war noch Flüssigkeit darin, namentlich bei der Katze, deren Darmstück dann prall gespannt war; so wurden in Nr. 9 10 c. c. eingespritzt und nach 1 Stunde 14 c. c. wieder entleert; der Uebergang von Wasser aus dem Blute zu der Lösung des Hühnereiweisses ist also zu einer gewissen Zeit nicht unbedeutend, bedeutender als bei saurem Muskelsaft, so wie es auch unsere osmotischen Versuche schon gezeigt haben.

Um die von uns gefundene Thatsache, dass gewöhnliches Eiweiss im Mastdarme nicht aufgenommen wird, aber dann, wenn es mit Kochsalz gemischt ist, zu erklären, haben wir in den Versuchen 12, 13, 16, 17 und 18, etwas Kochsalz in dem Hühnereiweiss gelöst und in die Schlingen eingefüllt. Wir erwarteten entsprechend unseren ersten Versuchen und den osmotischen Versuchen ein rascheres Verschwinden des Eiweisses. Dies trat aber nicht in allen Fällen ein, sondern erst nach längerem Verweilen der Lösungen in der Schlinge, wie namentlich die Versuche 16, 17 und 18 darthun; bei der Katze fand sich nach 1 Stunde in Versuch 13 sogar etwas mehr Eiweiss vor, als injicirt worden war. Die Erklärung ergibt sich leicht aus dem Uebertritt der grossen Flüssigkeitsmenge aus dem Blut in das Darmstück bei Gegenwart des Kochsalzes, denn der Inhalt wog schliesslich in allen Fällen ansehnlich mehr. Der Wasseraustritt hindert natürlich für die erste Zeit durch Vermehrung der Flüssigkeit die Aufnahme des Inhaltes und damit auch des Eiweisses; im Fall 13 wurde durch den starken Strom sogar Eiweiss mit herüber gerissen. Man weiss ja schon seit lange, dass nach reichlichen Kochsalzklystieren eiweisshaltige und sogar blutige Ausleerungen erfolgen können. Später aber tritt bei Kochsalzzusatz, in Uebereinstimmung mit unseren Injectionsversuchen in den Mastdarm, mehr Eiweiss ins Blut über.

Die Eiweissarten reihen sich demnach in ihrer Aufnahmsgeschwindigkeit wie folgt: Pepton, Acidalbuminat, Blutserum und Hühnereiweiss; Pepton und Acidalbuminat zeigen kaum Unterschiede. Nichts spricht aber dafür, dass bei diesen Versuchen eine vorherige Veränderung des Eiweisses in Pepton eingetreten war, es handelt sich dabei vielmehr höchst wahrscheinlich nur um eine einfache Aufnahme, deren Geschwindigkeit durch die Art der Eiweisslösung modificirt war. Die Fermente des Magensaftes und pankreatischen Saftes wirkten nicht mit, da der Rest des in ausgeschnittene frische Darmstücke gefüllten Eiweisses nach 2 Stunden noch völlig als coagulirbares angetroffen wurde. Es hätte also höchstens der Saft der Lieberkühn'schen Krypten eine Umwandlung hervorbringen können; wir wissen aber bis jetzt noch nichts Sicheres über eine solche Eigenschaft des Darmsaftes.

Noch in anderer Beziehung sind die Resultate unserer Einspritzungen in Darmschlingen von Wichtigkeit. Wenn es sich darum handelt, die Art der Aufnahme der Stoffe im Darm darzuthun, so führt man gewöhnlich einige osmotische Versuche vor und beruhigt sich dabei. Wir dürfen uns aber diesen Akt nicht ausschliesslich, ja nicht einmal vorzüglich durch Osmose bewirkt denken, was auch schon Brücke betonte. Wir sind nicht im Stande, mit den Gesetzen der Osmose allein die Erscheinungen zu erklären. Wie wäre es z. B. möglich, dass der Magen und Dünndarm nach einigen Stunden ganz leer ist, während bei einer Osmose sich schliesslich darin eine Flüssigkeit von der Zusammensetzung des Blutserums befinden sollte, die dann regelmässig mit dem Koth abgehen müsste. Man wurde in der Ansicht, dass der Uebertritt des Chymus durch Osmose geschähe, bestärkt, da Kochsalz, Bittersalz etc. Diarrhöen, also einen Uebertritt von Wasser aus dem Blute, hervorrufen; man vergass aber dabei, dass dann Eiweisslösungen die stärksten Diarrhöen machen müssten, da das Eiweiss ein 300mal höheres osmotisches Aequivalent hat, als jene Mittelsalze.

Unsere Versuche haben uns Aufschluss hierüber gegeben. Wenn wir gegen 12 c. c. einer 9procentigen Eiweisslösung in eine Darmschlinge einspritzten, so war nach einiger Zeit ein grosser Theil des Eiweisses verschwunden und das Volumen der rückständigen Flüssigkeit sehr gering; wenn dagegen die Eiweisslösung mit etwas Kochsalz vermischt war, so übertraf das Volumen der rückständigen Flüssigkeit das der eingespritzten um das 4—5fache. Bei einer Osmose hätten im Versuche Nr. 18 für 0.6 Grmm. resorbirten Eiweisses (bei einem osmotischen Aequivalent von 700) 420 c. c. Wasser vom Blut aus übertreten sollen, das Darmstück war jedoch nahezu leer; bei dem Zusatz von Kochsalz oder Salpeter fand sich die Schlinge voll mit Flüssigkeit angefüllt. Die Erklärung für diese Thatsache ist einfach. Eine Osmose kann nur stattfinden bei einem Concentrationsunterschied der Lösungen. Die eingespritzte Kochsalzlösung enthält procentig mehr Kochsalz als das Blut, es muss daher ein Austausch durch Osmose stattfinden und für eine gewisse Menge zum Blute übergetretenen Kochsalzes Wasser nach dem Darm zu dringen; wenn aber dadurch schliesslich die Kochsalzlösung so viel

Salz enthält als das Blut, dann hört der Austausch durch Osmose auf. Die Eiweisslösung enthält dagegen nur etwas mehr Eiweiss als das Blut; es findet daher anfangs in geringem Grade eine Osmose statt, und es geht Wasser aus dem Blute zu ihr, wie einige unserer Versuche darthun, aber bald ist das Gleichgewicht hergestellt und es muss die Aufnahme durch einen andern Process geschehen. Auch Blutserum verschwindet aus einer Darmschlinge und das Eiweiss desselben wird resorbirt, obwohl gar keine Concentrationsdifferenz vorhanden ist.

Die Aufnahme der gelösten Stoffe im Darme geschieht für gewöhnlich nicht durch Osmose, da die Lösungen in ihrer Concentration vom Blute nicht sehr verschieden sind, ja es soll die Osmose sogar möglichst vermieden sein, damit nicht Wasser aus dem Blute in den Darm übergeht und Diarrhöen eintreten, wie es beim Verzehren von Kochsalz oder Bittersalz vorkommt. Zu concentrirte Lösungen suchen wir, wo möglich, durch reichlichere Wasseraufnahme zu verdünnen. Auch bei Einspritzung concentrirter Peptonlösungen haben wir trotz des niedrigen Aequivalents desselben wie beim Kochsalz Diarrhöen auftreten sehen wegen der Anfüllung des Darmes mit Wasser, während normal im Dünndarme auch bei voller Verdauung eiweissartiger Stoffe immer nur eine geringe Menge eines dicklichen Breies sich vorfindet. Die Ueberführung des gewöhnlichen Eiweisses im Magen in Acidalbuminat und Pepton setzt das osmotische Aequivalent herab und bewirkt, dass auch bei kleinen Concentrationsunterschieden wenig Wasser aus dem Blute ergossen wird.

Wir sind nicht im Stande, ausser der Imbibition des Gewebes eine andere Kraft für die Aufnahme zu finden, als den durch die Contractionen des Darmes hervorgebrachten Ueberdruck, der die Lösungen in die Schleimhaut und die Gefässe hineinpresst; Brücke fasst ebenfalls die Absorption in die Chylusgefässe des Darmes als eine Filtration auf, und auch His hat in seiner Abhandlung „über die Wurzeln der Lymphgefässe in den Häuten des Körpers und über die Theorie der Lymphbildung“ sehr bemerkenswerthe Betrachtungen hierüber. Auf diese Weise nimmt die Darmschleimhaut zuletzt allen Inhalt des Darmrohres in sich auf. Wenn Fettbläschen von messbarem Durchmesser, die man bei osmotischen Versuchen

kaum durch Membranen treten sieht, die Darmschleimhaut passiren können [1]), so muss dies doch noch viel leichter mit dem gelösten und unveränderten Eiweiss der Fall sein. Im ganzen Körper gehen ja die Stoffe durch den durch die Herzbewegung hervorgebrachten Blutdruck aus den Gefässen in die Organe; das Gleiche findet wahrscheinlich statt vom Darme aus in die Säfte durch den Druck, den die Bewegung des Darmes ausübt. Die peristaltischen Bewegungen des Darmes dienen demnach nicht nur zur Fortbewegung des Inhaltes nach dem Mastdarm zu, sondern auch zur Einpressung des Inhalts in das Blut oder den Chylus. Man glaube nicht, dass dieser Druck unbedeutend ist; namentlich beim Fleischfresser ist die Muskulatur des Darmes sehr mächtig. Wenn man den Dünndarm eines lebenden Thieres mit den Fingern der Länge nach streicht, so zieht er sich bis zum Verschwinden des Lumens zusammen; steckt man den Finger in das Lumen, so wird er mit grosser Gewalt umschlossen. Da der Dünndarm entwickeltere Muskeln hat und stärkerer Bewegungen fähig ist als der Dickdarm, so wird in ihm die Aufnahme in höherem Grade stattfinden. Es ist daher nicht richtig, wenn wir ausschliesslich von einer Aufsaugung im Darme sprechen, die man früher von den Chylusgefässen ausgehen liess; die Aufnahme geschieht allerdings durch das Absorptionsvermögen der thierischen Gewebe, dies allein würde aber wenig ausrichten, wenn nicht das Eingetretene durch die Darmbewegungen wieder entleert würde, die zugleich durch den positiven Druck auf Seite des Darmrohrs und den negativen, der durch die Erigirung

---

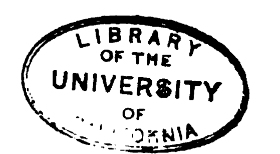
1) Wir müssen wie Brücke der jetzt immer mehr Anhänger gewinnenden Annahme, die neuerdings auch L. Hermann acceptirt hat, entgegentreten, als ob das Fett im Darme zerlegt und als Fettsäure resorbirt werde. Ohne leugnen zu wollen, dass aus einem Theile des Fettes der Nahrung sich die Fettsäuren abspalten, da der Koth nach reichlichem Fettgenuss stark sauer ist und nach Fettsäuren riecht, so wird doch thatsächlich der weitaus grösste Theil des Fettes als Neutralfett resorbirt, wie man sich durch jeden Versuch überzeugen kann. Auch eine Bildung von Neutralfett im Körper aus Fettsäuren kommt wahrscheinlich nicht vor; wenn Kühne und Radziejewski Thiere bei Fütterung mit Eiweiss und Seifen fett werden sahen, so beweist dies noch nicht die Synthese des Fettes aus den Fettsäuren, so wenig als die Ablagerung von Fett unter dem Einflusse der Kohlehydrate die direkte Verwendung der Kohlehydrate für die Fettbildung beweist. Es verbrennen eben die Seifen wie die Kohlehydrate und das aus dem Eiweiss sich abspaltende Fett wird erspart und abgelagert.

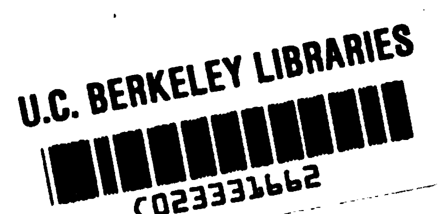
der Zotten nach ihrer Contraction entsteht, den Durchtritt wesentlich unterstützen. Sowie in den übrigen Organen vom Blute aus durch den Blutdruck Flüssigkeit in die Gewebsinterstitien und die Lymphgefässanfänge gepresst wird, so wird durch den Druck im Darm der Inhalt desselben in die Darmschleimhaut befördert.

Die verschiedenen Eiweisslösungen gehen nicht unter gleichem Druck in die thierischen Theile. Am schwierigsten wird das gewöhnliche alkalische Eiweiss eingedrückt; darum sahen wir auch bei unseren Versuchen von ihm vom Mastdarm aus nichts oder nach der von uns angewandten Methode nicht bestimmbare Mengen aufgenommen werden, während es im Dünndarm bei lebhafterer peristaltischer Bewegung eindringt. Beim Hinzutreten eines Hilfsmomentes geht es auch im Dickdarme über, z. B. bei Zusatz von Kochsalz, welches wahrscheinlich stärkere peristaltische Bewegungen des Dickdarmes einleitet. Das leichtflüssige Acidalbuminat und das Pepton dringen unter viel geringerem Druck in das Blut; die Umwandlung in diese Eiweissmodificationen erleichtert die Aufnahme wesentlich, aber ermöglicht sie nicht; diese Umwandlungen sind daher von besonderer Bedeutung. Darum werden auch, namentlich bei krankem Magen, Acidalbuminate, z. B. gehacktes Fleisch, leichter aufgenommen als die Albuminate mit alkalischer Reaktion, wie z. B. die Eier. Ausser dieser Ueberführung gewisser Nahrungsstoffe in leicht durchdringende Lösungen kann auch durch eine Aenderung der Schleimhaut der Durchgang erleichtert werden, z. B. der der Fette durch die Tränkung der Schleimhaut mit Galle.

Wenn man nach Blosslegung und Anschneidung des Ductus thoracicus auf den in voller Verdauung befindlichen Darm drückt, so fliesst der Chylus in grösserer Menge aus. Wir haben einmal bei einer Katze die Wirkung des Druckes auf's Schlagendste wahrgenommen; wir hatten eine Dünndarmschlinge des in Verdauung befindlichen Thieres blossgelegt; die Chylusgefässe im Mesenterium waren an der betreffenden Stelle nicht gefüllt; als aber zur Entfernung des Inhaltes der Darm leicht zwischen den Fingern gestrichen wurde, zog er sich stark zusammen und die Chylusgefässe füllten sich momentan strotzend mit milchweissem Safte.

Druck von C. R. Schurich in München.




U.C. BERKELEY LIBRARIES
C023331662

